

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería de la Energía

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN EDIFICIO DE SERVICIOS



Memoria

Autor:	Marcos López-Durán López
Director:	Francesc Xavier Roset i Juan
Convocatoria:	Octubre 2017

Resumen

El presente proyecto de final de grado consiste en la realización de una auditoría energética en el Centro de Atención Primaria (CAP) de Vilanova del Camí, población de la provincia de Barcelona, con el objetivo de realizar una rehabilitación energética del edificio. Para tal fin se ha llevado a cabo un inventario de las instalaciones y se ha recopilado la información relativa a los consumos energéticos: electricidad, gas natural y agua.

Una vez realizado el análisis de la situación de referencia del edificio, se han desarrollado 7 medidas de ahorro energético (MAE) orientadas a obtener el máximo ahorro energético, realizando el menor desembolso posible.

Finalmente, se realiza un análisis económico del conjunto de propuestas desde un punto de vista energético y financiero.



Resum

El present projecte de final de grau consisteix en la realització d'una auditoria energètica al centre d'atenció primària (CAP) de Vilanova del Camí, població de la província de Barcelona, amb l'objectiu de realitzar una rehabilitació energètica de l'edifici. Per dur a terme aquest propòsit s'ha elaborat un inventari de les instal·lacions i s'ha recopilat la informació relativa als consums energètics: Electricitat, gas natural i aigua.

Un cop realitzat l'anàlisi de la situació de referencia de l'edifici, s'han desenvolupat 7 mesures d'estalvi energètic (MEE) orientades a obtenir el màxim estalvi energètic, realitzant la menor inversió possible.

Finalment, es realitza una valoració econòmica del conjunt de les propostes des de un punt de vista energètic i financer.

Abstract

The present final bachelor's project consists in the realization of an energy audit in the Primary Care Centre (PCC) of Vilanova del Camí, a population of a Barcelona's province. In order to achieve the purpose of the project, an inventory of the facilities has been carried out with pivotal information about energy consumptions, such as electricity, natural gas and water consumption.

Hence, after analysing the baseline situation of the installations, seven energy saving measures (ESM) have been developed to obtain maximum energy savings, with the scope of making the lowest possible expenditure.

To conclude, an economic analysis of the set of proposals is made from an energetic and financial point of view.





Agradecimientos

A mis padres, por darme alas para volar. A mi hermano, por marcarme el camino a seguir. Y a mis amigos K.P y A.V por siempre saber decir s .





Índice

RESUMEN	1
RESUM	2
ABSTRACT	3
AGRADECIMIENTOS	5
SITUACIÓN DE REFERENCIA	11
EXPOSICIÓN Y MOTIVACIÓN DEL PROYECTO	12
OBJETIVOS Y ALCANCE DEL PROYECTO	13
INTRODUCCIÓN	14
1. LA AUDITORIA ENERGÉTICA Y LA NORMATIVA VIGENTE	15
1.1. Contacto preliminar	15
1.2. Reunión inicial	16
1.3. Recopilación de datos	16
1.4. Trabajo de campo	16
1.5. Análisis.....	16
1.6. Informe.....	16
1.7. Reunión final	17
1.8. Control y seguimiento.....	17
2. DATOS GENERALES DEL EDIFICIO	18
2.1 Descripción general del edificio.....	18
2.2. Horarios del CAP.....	21
3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES ENERGÉTICAS	22
3.1. Instalación eléctrica	22
3.2. Instalación ventilación	25
3.3. Instalación térmica.....	26
3.4. Instalación de climatización.....	27
3.5. Envoltente térmica	31

4.	SUMINISTRO DE FUENTES ENERGÉTICAS	33
4.1.	Electricidad.....	33
4.2.	Gas natural.....	45
4.3.	Agua	50
5.	COSTE TOTAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA Y AGUA	54
6.	BENCHMARKING	56
7.	CORRELACIÓN DE LAS FUENTES ENERGÉTICAS	58
7.1.	Gas natural.....	59
7.2.	Electricidad.....	61
8.	MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO (MAE)	63
8.1	MAE_01 SUBSTITUCIÓN DE ILUMINACIÓN POR TECNOLOGIA LED	65
8.2	MAE_02 SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA	69
8.3	MAE_03 SUBSTITUCIÓN DE CALDERAS	75
8.4	MAE_04 REPROGRAMACIÓN CENTRAL DE CONTROL SIEMENS	81
8.5	MAE_05 VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS EN RADIADORES	85
8.6	MAE_06 REHABILITACIÓN INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA	88
8.7	MAE_07 OPTIMIZACIÓN POTENCIA CONTRATADA	93
9.	EMISIONES DE CO₂	97
9.1.	Emisiones de CO ₂ de referencia.....	97
9.2.	Emisiones de CO ₂ evitadas.....	98
9.2.1.	Medida de ahorro energético 1. Iluminación LED.....	98
9.2.2.	Medida de ahorro energético 2. Sistema de gestión energética.....	98
9.2.3.	Medida de ahorro energético 3. Substitución de calderas	98
9.2.4.	10.2.4 Medida de ahorro energético 4. Central de control Siemens.....	99
9.2.5.	10.2.5 Medida de ahorro energético 5. Válvulas termostáticas.....	99
9.2.6.	Medida de ahorro energético 6. Instalación solar térmica	99
	ANÁLISIS ECONÓMICO	100
	PLAN DE INVERSIÓN	107

CONCLUSIONES	112
BIBLIOGRAFIA	115





SITUACIÓN DE REFERENCIA

Desde las primeras normativas implantadas a principios del siglo XXI y hasta la actualidad, las acciones desarrolladas en los planes de acción de ahorro energético no permitirían a la Unión Europea alcanzar su objetivo en materia de eficiencia energética. En dicho contexto, se han ido produciendo constantes actualizaciones del marco legal en la Unión Europea, a cada cual más restrictiva y con unos objetivos más definidos, creando un marco común de acción para conseguir los objetivos fijados en el 2030, mediante el Winter Package y las nuevas directivas en materia de eficiencia energética.

En nuestro país, el resultado de la transposición y derogación de las diferentes normativas anteriores, han dado lugar a la normativa vigente en materia de auditorías energéticas, el *Real Decreto 56/2016¹, de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía.*

A lo largo de los últimos 10 años la eficiencia energética se ha convertido en un aspecto fundamental dentro de la estrategia común de los países europeos para el crecimiento sostenible en el horizonte 2030. Para el año 2020, la Unión Europea se ha propuesto el aumento de la eficiencia energética en un 20% y para ello, se deben llevar a cabo una serie de actuaciones que permitan aprovechar el potencial de ahorro energético existente en diferentes áreas como el transporte, los procesos de facturación y manufacturación o el ahorro energético en edificios. Actualmente con el documento Winter Package² la UE es más exigente y quiere llegar al 30% de ahorro en materia de eficiencia energética en el 2030.

El presente proyecto se ha realizado siguiendo el mismo objetivo que la normativa a la cual se encuentra sujeto, y no es otro que el análisis de los diferentes procesos de consumo de energía primaria para así, optimizar la demanda energética de la instalación. Además, del fomento, estudio e implantación de diferentes actuaciones que contribuyan al ahorro energético y a mejorar la eficiencia energética de la instalación.

¹ Real Decreto 56/2016, Auditorías energéticas

² EU energy package: What it means for coal, renewables and efficiency

EXPOSICIÓN Y MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

Para explicar la motivación a nivel personal para la elección y ejecución de este proyecto, primero se debe hablar sobre la situación laboral del autor del trabajo. En Octubre de 2016, empecé un contrato de prácticas laborales. El nombre de la empresa es OHL Ingesan, una UTE (Unión Temporal de Empresas) entre la empresa OHL, emplazada en el sector de la construcción, obra pública, energías, etc. Y por otra parte, la empresa Ingesan, especializada en el mantenimiento integral de edificios. Esta nueva empresa, conocida como UTE MANTENIMENT INFRAESTRUCTURES, tenía el contrato de obra de mantenimiento de 23 centros de asistencia primaria ubicados en la comunidad autónoma de Catalunya, entre otros edificios.

La figura del ingeniero de oficina técnica, que era la que yo ocupaba, trabajaba conjuntamente con el departamento de eficiencia energética, y gracias a este contacto, empezó mi interés por dicho sector y las diferentes tareas que realizaban en el.

Unos meses más tarde, en Enero de 2017 llegó el momento de proponer un proyecto final de grado y debido a la inquietud que me había creado el ámbito de la eficiencia energética, se decidió llevar a cabo el presente proyecto, una auditoria energética en uno de los centros de salud en los que se trabajaba, el de Vilanova del Camí. Cabe destacar, que el presente proyecto no se ha realizado integrado en la actividad laboral de la empresa, es un proyecto independiente y académico.

En Febrero de 2017 el contrato laboral en prácticas con la anterior empresa finalizó, y decidí cambiar de empresa y centrarme en el ámbito de la eficiencia energética. Al poco tiempo empecé mi actividad en JustaEnergia, una pequeña consultora energética especializada en la eficiencia energética, y las energías renovables. A pesar del cambio de empresa, el proyecto se ha ejecutado con normalidad ya que la recolección de los datos necesarios para realizar la auditoria y las visitas realizadas al centro de salud fueron anteriores al cambio de empresa.

A nivel personal, las motivaciones para la elección de este proyecto han sido varias. Como ya se ha explicado anteriormente, una primera motivación basada en el interés por la eficiencia energética. Y una segunda motivación adquiere una dimensión más útil dentro del mundo de la ingeniería. Con vistas a futuro y siempre teniendo en cuenta que es un proyecto de grado, la elaboración de una auditoria energética me permitiría adquirir una nueva experiencia dentro de este ámbito. Y en el contexto actual tecnológico en el que nos encontramos, en que la eficiencia energética adquiere cada vez más importancia, los conocimientos para poder realizar esta clase de proyectos aportan un plus adicional al currículum de cualquier ingeniero.

OBJETIVOS Y ALCANCE DEL PROYECTO

El objetivo del presente proyecto de final de grado es la rehabilitación energética de un edificio de servicios públicos. Para ello, se realizará de una auditor  energética en el centro de atención primaria de Vilanova del Camí, que permita analizar la situación energética de referencia de la forma más eficaz y veraz posible. La auditor  se centrar  en la detección de puntos débiles a partir del análisis de los procesos de facturación y de los programas de trabajo.

Un segundo objetivo se centra en el desarrollo de una serie de medidas de ahorro energético que permitan obtener ahorros económicos y energéticos, de la manera más realista posible.

El alcance del proyecto vendrá definido por la realización de la auditor  energética de forma general, que permita identificar anomalías en los suministros energéticos del centro de salud, si existen, y una segunda fase con un desarrollo completo de un conjunto de medidas que se valorarán técnicamente y económicamente.

INTRODUCCIÓN

Para poder empezar el proceso de auditoría energética, siguiendo el proceso explicado en el siguiente capítulo de la memoria, ha sido necesaria la obtención del número máximo de documentos posibles relacionados con el centro de salud, ya sean planos, memoria ejecutiva del proyecto, documentos de legalización de las instalaciones, facturas eléctricas, facturas de gas, etc. Con toda esta documentación se ha obtenido una base sólida sobre las diferentes características que posee el edificio y también de sus equipos.

La primera fase del proyecto tiene una función descriptiva y de asesoramiento, en la que se incluye la descripción del edificio, de las instalaciones y los equipos que posee, de las características técnicas de los equipos consumidores de energía, etc.

Una vez realizada una primera fase, se procede con dos visitas al centro. El objetivo de estas visitas es el de realizar mediciones que permitan al auditor conocer el modo en que se utiliza la energía en el centro de salud (horarios, consumos máximos, encendido y apagado de equipos, etc).

Además también se puede llegar a obtener información muy útil por parte del equipo de mantenimiento y del propio personal sanitario, que pueden informar de las anomalías que existen en el centro o cualquier tipo de información de interés. En las visitas a realizar también se instalan equipos de mediciones eléctricas.

A continuación se procede al análisis de la facturación eléctrica y de gas natural. De esta forma se conocen los consumos energéticos que dispone el centro de salud durante un año natural y se detectan posibles puntos débiles o irregularidades. Además, con estos valores se puede realizar un estudio de comparación o de Benchmarking para poder conocer el potencial de ahorro respecto a otros centros de salud de características similares.

En la siguiente fase, se proponen una serie de Medidas de Ahorro Energético (MAE) centradas en reducir la cantidad de energía utilizada sin reducir prestaciones ni confort, obteniendo el máximo ahorro económico. La valoración económica de las medidas propuestas se ha basado en ofertas reales solicitadas a proveedores del sector.

Finalmente, se propone un plan de inversión que permita la implantación del máximo número de medidas de ahorro energético, obteniendo el mayor ahorro y realizando la mínima inversión posible.

LA AUDITORIA ENERGÉTICA Y LA NORMATIVA VIGENTE

En el contexto de la auditoría energética, y tal y como se explica en el resumen ejecutivo, el pasado 13 de febrero de 2016 se publicó el RD 56/2016 de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, *relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía*.

A partir de lo establecido en el Artículo 2 “Ámbito de aplicación” de dicho Real Decreto y verificando su cumplimiento, se realizan los diferentes informes de Auditoría Energética. Estos informes no se encuentran solamente sujetos al RD 56/2016, sino que también están sujetos a varias normas UNE:

- Norma UNE-EN 16247-1 "Auditorías energéticas - Parte 1: Requisitos generales".
- Norma UNE-EN 16247-2 "Auditorías energéticas - Parte 2: Edificios".
- Norma UNE-EN 16247-4 "Auditorías energéticas - Parte 4: Transporte".

En los diferentes documentos normativos citados anteriormente queda recogida la finalidad y el objeto, las definiciones necesarias para la correcta interpretación del texto, el ámbito de aplicación y su regulación, la metodología de trabajo a seguir, etc.

A continuación se adjunta a modo de resumen el método de trabajo estipulado para la elaboración de las auditorías energéticas, y que posteriormente se seguirá en el presente proyecto:

1.1. Contacto preliminar

Un primer contacto previo a la reunión inicial donde se definen:

- Los objetivos, las necesidades y las expectativas de la auditoría energética, así como su alcance y sus límites.
- El plazo para completar la auditoría energética.
- Qué criterios se utilizarán para la evaluación de las medidas de mejora de la eficiencia energética.
- Recursos por parte de la empresa.
- Medición y/o inspección previsible a realizar durante la auditoría y equipos a instalar.
- Se fija el precio de la auditoría, teniendo en cuenta las dimensiones del centro, el importe del alquiler de los equipos de medición y/o cualquier gasto que pueda derivar del proyecto.

En caso de llegar a un acuerdo entre empresa y cliente, se firma el contrato donde quedarán reflejadas las diferentes condiciones anteriormente definidas y se empieza el proceso de auditoría energética.

1.2. Reunión inicial

Se informa a todas las partes interesadas acerca de los objetivos, el alcance, los límites y la rigurosidad de la auditoría y se acuerdan los aspectos prácticos de ésta.

1.3. Recopilación de datos

Para su estudio posterior se solicita a la propiedad las facturas energéticas siguientes:

- Facturas eléctricas de los dos últimos años. Mínimo 1 año.
- Facturas de gas de los dos últimos años. Mínimo 1 año.
- Facturas de agua de los dos últimos años. Mínimo 1 año.

Por otro lado, se descarga del contador de compañía eléctrica, si es posible, para su posterior análisis y determinar así el perfil de consumo de dicho edificio.

Se realiza un Plan de estudio (inventario) de todas las unidades consumidoras de energía del edificio, con el fin de segregar los consumos del mismo.

1.4. Trabajo de campo

Con el personal responsable de las instalaciones o la propiedad, se realiza una inspección visual de todos los recintos.

En el caso de no disponer de un sistema de monitorización, se instalan analizadores de redes en diferentes líneas de los cuadros generales, para su posterior estudio.

1.5. Análisis

Se define una situación de rendimiento energético existente para el objeto auditado, a partir del cual se identifican oportunidades de mejora de la eficiencia energética.

1.6. Informe

Realización del informe a partir de la información recopilada, reuniones con la propiedad, medidas realizadas y visitas en campo.

1.7. Reunión final

Se entrega el informe de la auditoria energética, presentando los resultados de una manera que facilite la toma de decisiones por parte de la empresa y realizando una exposición de los resultados obtenidos.

1.8. Control y seguimiento

Una vez realizada la auditoría energética, se aconseja la contratación de una empresa de servicios energéticos que sea capaz de supervisar la evolución del centro.

DATOS GENERALES DEL EDIFICIO

1.1 Descripción general del edificio

El centro de atención primaria de Vilanova del Camí se encuentra ubicado en el municipio de Vilanova del Camí, comarca de l'Anoia, situado en la carretera de la Pobla, 74.

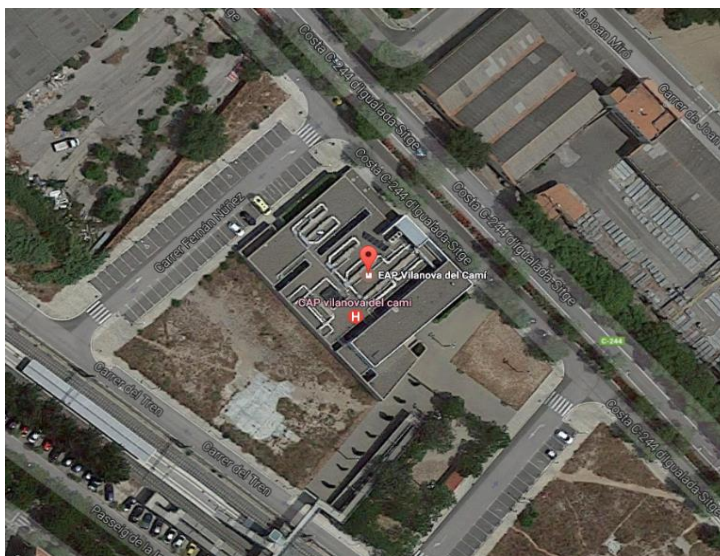


Ilustración 1. Centro de asistencia primaria de Vilanova del Camí (Fuente: Google Imágenes)

<u>Coordenadas</u>	País: España
Latitud: 41º 33' 52,84"	Ciudad: Vilanova del Camí
Longitud: 1º 37' 56,49"	Ubicación: Carretera de la Pobla 74

Tabla 1. Ubicación del centro de salud (Fuente: Elaboración propia)

El edificio tiene una superficie total de parcela de 1.640 m², una longitud de fachada de 48 m² a la Carretera de la Pobla y de 44 m² a la calle posterior, resultando una superficie construida total de 1.544 m².



Ilustración 2. Vista satélite CAP Vilanova del Camí (Fuente: Google Maps)

El edificio se organiza en base a dos plantas:

PLANTAS	INSTALACIONES	USO	SUPERFICIE
Planta baja	Recepción, consultas y zonas de espera	Pacientes y personal autorizado	1.291,67 m ²
Planta primera	Biblioteca, despachos, zona SEM y sala técnica	Personal autorizado	252,27 m ²

Tabla 2. Programa funcional del CAP (Fuente: Memoria ejecutiva CAP Vilanova del Cam )

Y las diferentes superficies que presenta son las siguientes:

SUPERFICIE	METROS
Total superficie parcela	1.640 m ²
Total superficie construida	1.544 m ²
Total superficie útil	1.389 m ²
Total superficie climatizada	1.319 m ²

Tabla 3. Superficies del CAP³ (Fuente: Memoria ejecutiva CAP Vilanova del Camí)

A continuación se presentan la distribución por superficie según los usos del CAP:

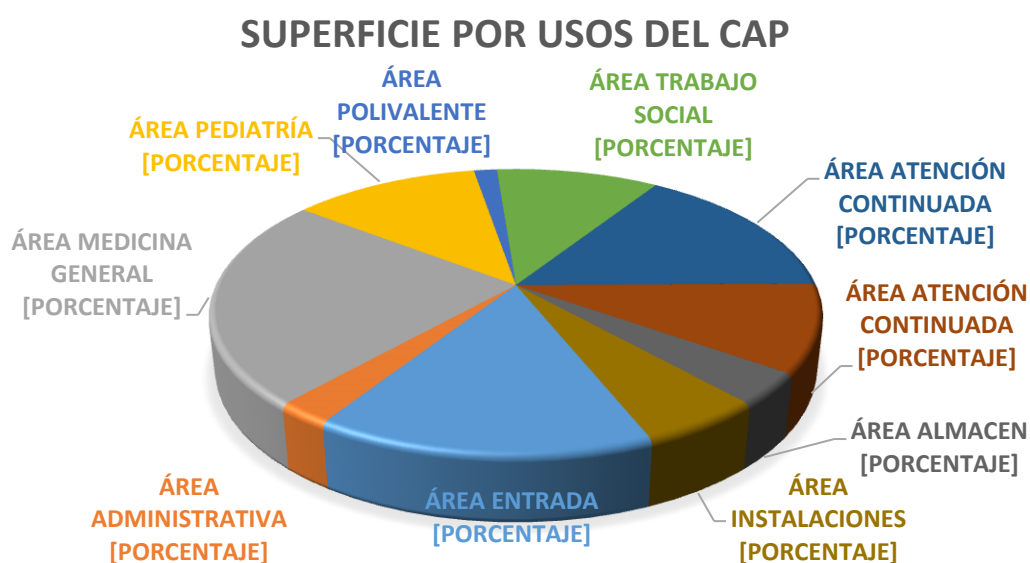


Gráfico 1. Distribución de los diferentes espacios del CAP según su superficie (Fuente: Memoria ejecutiva CAP Vilanova del Camí)

Como se observa, gran parte de la superficie del CAP se dedica a la medicina general, donde se encuentran las consultas de atención continuada. El área de entrada también tiene una superficie

³ CAP-06355-OE-Obra ejecutada. Nou CAP a Vilanova del Camí – Proyecto ejecutivo

elevada ya que es una zona de constante afluencia por parte de usuarios y de personal del propio centro.

2.2. Horarios del CAP

Según la información obtenida por parte del personal sanitario del centro los horarios del centro son los siguientes:

Concepto	Horario
�rea CAP	Lunes a Viernes de 8 a 21h Fines de semana: Urgencias
Limpieza	Lunes a Viernes de 8:00 a 21:00

Tabla 4. Horarios del CAP (Fuente: Visita realizada)

DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES ENERGÉTICAS

3.1. Instalación eléctrica

El suministro de energía eléctrica se realiza mediante la compañía Gas Natural Fenosa en baja tensión (BT) hasta un centro de transformación (CT) instalado en un pequeño cuarto técnico contiguo al edificio. El contador se encuentra ubicado en un armario exterior, a pocos metros de la entrada principal y el cuadro de salida de baja tensión se encuentra ubicado en la sala técnica de la planta baja.



Ilustración 3. Contador eléctrico (Fuente: Visita realizada)

El centro de salud dispone de una potencia instalada de 228kW que se reparte de la siguiente manera:

Tipo de instalación	Potencia instalada
Iluminación	17.718 W
Climatización	110.840 W
Ventilación	15.640 W
Enchufes, ascensores y otros	83.250 W
POTENCIA INSTALADA	227.448 W

Tabla 5. Potencias instaladas⁴ (Fuente: Memoria ejecutiva CAP Vilanova del Camí)

Independientemente del suministro normal expuesto anteriormente, por cuestiones de seguridad y normativa, el CAP cuenta con un suministro de emergencia formado por un grupo electrógeno de 33 kW ubicado en la sala técnica de la primera planta.



Ilustración 4. Grupo electrógeno (Fuente: Visita realizada)

⁴ CAP-06355-OE-Obra executada. Nou CAP a Vilanova del Camí – Memoria ejecutiva

Este grupo se alimenta de gasoil para producir electricidad y sólo se pone en marcha en casos de emergencia o por corte de suministro de la compañía eléctrica. En dicha situación, este grupo sólo alimenta a los consumos críticos del CAP. El equipo dispone de una potencia máxima admisible de 33 kW, con un IGA de 63 A y tensión de 400 V. La ficha de características del equipo se puede encontrar en el capítulo A7 de los anexos.

Iluminación

El centro de salud cuenta con diferentes modelos de luminarias, que varían en su modelo y en su potencia en función de las necesidades lumínicas del espacio donde se encuentran. De forma generalizada y en la mayoría de las áreas del centro de salud, se pueden encontrar luminarias lineales con balaste electrónico encastado de 4x18W. En el área de pediatría y en el área de entrada se encuentran instaladas luminarias estancas de 36W y 18W. En la sala de espera del centro se encuentran instaladas luminarias lineales con lama de aluminio de 58W, y en el área de atención continuada y educación sanitaria se encuentran instalados Downlights de diferentes potencias.



Ilustración 5. Iluminación en los pasillos (Fuente: Visita realizada)



Ilustración 6. Iluminación en las consultas (Fuente: Visita realizada)

El encendido y apagado de las diferentes dependencias (consultas, almacenes, vestuarios, etc.) se realiza manualmente mediante interruptores en las propias salas. Para las zonas comunes el encendido y el apagado se realiza mediante interruptores manuales en la recepción de la planta baja.

El edificio no dispone de ningún sistema de regulación lumínica ni control de la luminaria por detectores de presencia, tampoco existe ningún sistema de apagado automático de luces y en la zona de emergencias las luces permanecen la mayoría del tiempo encendidas.

3.2. Instalación ventilación

El centro de salud dispone de 8 unidades de climatizadores que incorporan sistemas de renovación mecánica de aire mediante una compuerta de regulación destinadas a la ventilación. En diferentes espacios como aseos o vestuarios, en los cuales se necesita extracción, se dispone de extractores de aire localizados con salida a cubierta.



Ilustración 7. Extractor baños y vestuarios (Fuente: Ficha técnica S&P)

Los equipos de ventilación se ponen en funcionamiento según la consigna de los sensores de monóxido de carbono siempre y cuando la concentración de CO₂ alcance los 50 ppm y como mínimo realizando 6 renovaciones del aire a la hora. En el capítulo A7 de los anexos se adjunta la ficha de características técnicas de los sensores de CO₂ y de los climatizadores.

En las consultas, despachos y zonas del personal la renovación del aire también se realiza de forma manual mediante las ventanas.

3.3. Instalación térmica

Instalación de calefacción

El centro dispone de una caldera centralizada a gas, marca Domusa, de baja temperatura, modelo Ecogas 90, de potencia nominal calorífica de 98,2 kW y de potencia nominal útil 90 kW. En teoría, para la producción de agua caliente para calefacción, el centro dispone de una bomba de calor que actúa como sistema de producción principal y la caldera actúa como soporte, en caso de que la bomba reduzca sus prestaciones como consecuencia de las bajas temperaturas.

En el día de la visita, la bomba estaba inoperativa debido a una avería registrada en el año 2013, por lo que se trabaja única y exclusivamente con la caldera.

Los dos equipos se encuentran ubicados en la sala técnica de la planta baja, junto a los depósitos de producción y acumulación de agua caliente sanitaria. A continuación de la caldera se encuentra un depósito de inercia de 200 litros.

También en esta sala se encuentran ubicadas las bombas de circulación, que est n conectadas a un colector donde se conectan las impulsiones y los retornos de la caldera y de los circuitos de calefacción.



Ilustración 8. Caldera Ecogas 90 (Fuente: Visita realizada)

3.4. Instalación de climatización

Para climatizar las diferentes estancias del CAP, se dispone de climatizadores ubicados en diferentes espacios del edificio, con unidades exteriores ubicadas en la cubierta del edificio. También se encuentran instalados diversos fan coils en la primera planta del centro. El fro o el calor se producen en una planta enfriadora marca Airwell, modelo Airwell AQVSH-140 agua-aire con recuperación de calor, de 132,2 kW de potencia frigorífica, 143 kW de calorífica y consumo eléctrico de 50 kW.



Ilustración 9. Unidad interior del sistema de climatización (Fuente: Ficha técnica Junkers)

Para la distribución, se dispone de 8 climatizadores de la marca Junkers modelo Mural Excellence-E, de 2,6 kW, sin recuperador térmico pero que incorporan un control motorizado de las rejillas de extracción y aportación de aire. También poseen un control que actúa sobre las válvulas de tres vías progresivamente para controlar la temperatura del aire de impulsión en función de la temperatura de retorno. Los fan-coils disponen de un termostato de ambiente que les permite cambiar el funcionamiento en régimen invierno-verano. En el capítulo A7 de los anexos se adjunta la ficha de características técnicas de los equipos descritos.

En la entrada del centro de salud también se encuentra instalada una cortina de aire alimentada por resistencias eléctricas.



Ilustración 6. Cortina de aire instalada en la puerta del CAP (Fuente: Visita realizada)

Sistema de ACS

Como se ha explicado anteriormente, el centro de salud dispone una caldera destinada a la calefacción del centro, y también cuenta con una segunda caldera mural, de la marca Fagor y de 25kW, destinada a la producción de agua caliente sanitaria. Dicha caldera, recibe el apoyo de los paneles solares para la producción de ACS y contribuye en la producción de una parte de la energía térmica empleada para la calefacción de los vestuarios del personal sanitario. En el capítulo 7 de los anexos se adjunta la ficha de características técnicas de la caldera.



Ilustración 10. Caldera Fagor (Fuente: Ficha técnica Junkers)

Aparte de dicha caldera, la principal instalación destinada a la producción de agua caliente sanitaria es la instalación solar térmica. El centro de salud cuenta con 5 colectores solares de la marca Vitosol, que proporcionan una superficie total bruta de 12,2 m² de captación solar. Con la combinación de estas dos instalaciones se cubre la demanda diaria de ACS, o así tendría que ser según normativa vigente, que establece en un 60% como mínimo en cuanto a la proporción aportada por instalaciones solares en la producción de ACS.



Ilustración 11. Colectores solares Vitosol (Fuente: Ficha técnica Vitosol)

No obstante, el día de la visita, la instalación solar térmica se encontraba totalmente parada, debido a diversas averías que se habían ido produciendo en diferentes elementos de la instalación, y que no se habían reparado.

En el anterior circuito ACS se dispone de un interacumulador solar de 500 litros.

Instalación de energía solar pasiva

Cómo ya se ha explicado, el centro de salud de Vilanova del Camí cuenta con 5 captadores solares térmicos de alto rendimiento de la marca Vitosol de tubos vacío para montaje horizontal y se encuentran instalados en la cubierta del centro.



Ilustración 12. Colectores solares instalados en cubierta (Fuente: Visita realizada)

El sistema de captación solar térmica del edificio consta de dos circuitos: el primario, donde circula el fluido calorífico por los captadores solares, y el secundario, donde circula el agua para ACS, acumulándose en dos depósitos. Estos dos circuitos intercambian la energía procedente de la radiación solar captada por los colectores mediante un intercambiador de calor.

Para evitar los problemas de exceso de temperatura que puede sufrir esta instalación, principalmente en los meses de alta radiación solar, se encuentra instalado un Aerotermo disipador de energía que evita que los circuitos se sobrecalienten. En cuanto a la circulación del fluido calorífico y del agua por los diferentes circuitos, se requiere un grupo de bombeo formado por dos bombas. En el capítulo A7 de los anexos se adjunta la ficha de características técnicas de los colectores y el disipador de energía.



Ilustración 13. Disipador solar instalado en los colectores solares (Fuente: Ficha técnica Salvador Escoda)

Cabe destacar, que la instalación está diseñada para obtener una cobertura solar del 60,7%, mayor que la mínima de 50% que prescribe la tabla 2.1 de la sección HE4 Documento Básico de HE (Ahorro de Energía) del código técnico de la edificación para la zona III.

No obstante, uno de los principales problemas con lo que se encuentra el centro de salud es que la instalación solar térmica se encuentra parada a causa de varias averías que se han producido en los últimos años. Por lo tanto, son las dos calderas las que se encargan de la producción de agua caliente sanitaria para la totalidad del edificio.

3.5. Envolvente térmica

La envolvente térmica del CAP se recoge en las siguientes características:

- Muros de hormigón visto compuestos por paredes de cerámica de 14 cm. En la parte interior se encuentra un trasdosado de pladur de 15mm i aislamiento de lana de roca con una barrera de vapor de polietileno de baja densidad y de (0,03-0,05) W/m·k de conductividad.
- El acabado exterior es de mortero mono capa
- La fachada de las salas de espera y del área de atención continuada está formada por carpintería de aluminios fijos y practicables en toda su altura.
- Las dependencias con orientación Sud, la sala de espera de atención continuada y el pasillo de la primera planta se protegen de la insolación con celosía de piezas de hormigón cuadradas.
- La cubierta es del tipo invertida, no transitable y acabada con hormigón de pendiente de 300 kg/m³ al 2%, barrera de vapor, tela bituminosa tipo LNH-40, fieltro protector, aislamiento de placas de polietileno de alta densidad, grava y aislamiento de fibra de vidrio.⁵
- Carpintería exterior de aluminio galvanizado de 209,3 W/m·k de conductividad.
- Tipo de vidrios climalit 3+3 mm stadip, con cámara de aire de 8mm i cristal de 6 mm.

⁵ CAP-06355-OE-Obra executada. Nou CAP a Vilanova del Camí



Ilustración 14. Imagen exterior del edificio (Fuente: Google Imágenes)

SUMINISTRO DE FUENTES ENERGÉTICAS

Para definir el comportamiento energético del CAP, se han analizado los diferentes suministros energéticos de los que se dispone mediante los datos de facturación del año 2016.

4.1. Electricidad

Las características de contratación de energía eléctrica que dispone el CAP con la comercializadora se exponen en la siguiente tabla:

DATOS DE CONTRATACIÓN ELÉCTRICA	
Comercializadora	Gas Natural Fenosa
Cliente	Institut catal� de la salut
Modalidad de contrato	B.T. Personalizado (3 períodos 30 A)
Tarifa	3.0A
Potencia contratada	Punta: 85kW Plano: 85 kW Valle: 160 kW

Tabla 6. Características de contratación eléctrica (Fuente: Factura eléctrica)

El CAP dispone de una contratación eléctrica 3.0. donde el precio del término de energía varía según el periodo horario y dependiendo del mes en cuestión. Se diferencian 3 periodos, es decir, 3 costes del término de energía según la hora y el mes.

La comercializadora factura principalmente a partir de dos términos, el término de potencia y el de energía. El término de potencia se obtiene a partir del producto de la potencia contratada y el coste del término de potencia por cada periodo, independientemente del mes, según la Orden IET/2444/2014⁶. Para obtener el término de energía, se realiza el producto entre el precio del término de energía y el consumo que sea realizado según el periodo en cada mes correspondiente.

⁶ Orden IET/2444/2014, de 19 de Diciembre, por la que se determinan los peajes de acceso de energía eléctrica.

ENERGIA ACTIVA

En la siguiente gráfica se pueden visualizar los periodos que afectan a cada uno de los meses y el consumo energético asociado durante el año 2016.

CONSUMO ELÉCTRICO 2016 kWh/año					
MES	CONSUMO ELÉCTRICO TOTAL		CONSUMO P1	CONSUMO P2	CONSUMO P3
	kWh	%	kWh	kWh	kWh
Enero	12.390	6,77	2.244	7.373	2.773
Febrero	11.320	6,18	2.073	6.770	2.477
Marzo	13.741	7,51	2.548	7.848	3.345
Abril	10.718	5,85	2.309	5.873	2.536
Mayo	9.526	5,20	1.999	5.180	2.347
Junio	12.489	6,82	2.715	6.783	2.991
Julio	22.499	12,29	4.945	12.198	5.356
Agosto	28.007	15,30	5.805	15.067	7.135
Septiembre	19.958	10,97	4.152	10.681	5.125
Octubre	12.391	6,77	2.529	6.784	3.078
Noviembre	13.431	7,34	2.586	7.790	3.055
Diciembre	16.474	9	2.933	9.360	4.181
TOTAL ANUAL	182.944	100%	36.838	101.707	44.399
			20,13%	55,59%	24,28%

Tabla 7. Consumos energéticos del CAP año 2016 (Fuente: Facturas eléctricas/ Elaboración propia)

El mayor consumo eléctrico del CAP se realiza en el periodo veraniego, lo que resulta lógico en la mayoría de las instalaciones de grandes dimensiones debido al uso de la climatización. En 2016, se alcanzó un consumo eléctrico anual de casi 183.000 kWh.

En la siguiente gráfica se puede visualizar los diferentes consumos energéticos distribuidos por periodos y para cada mes del año 2016.

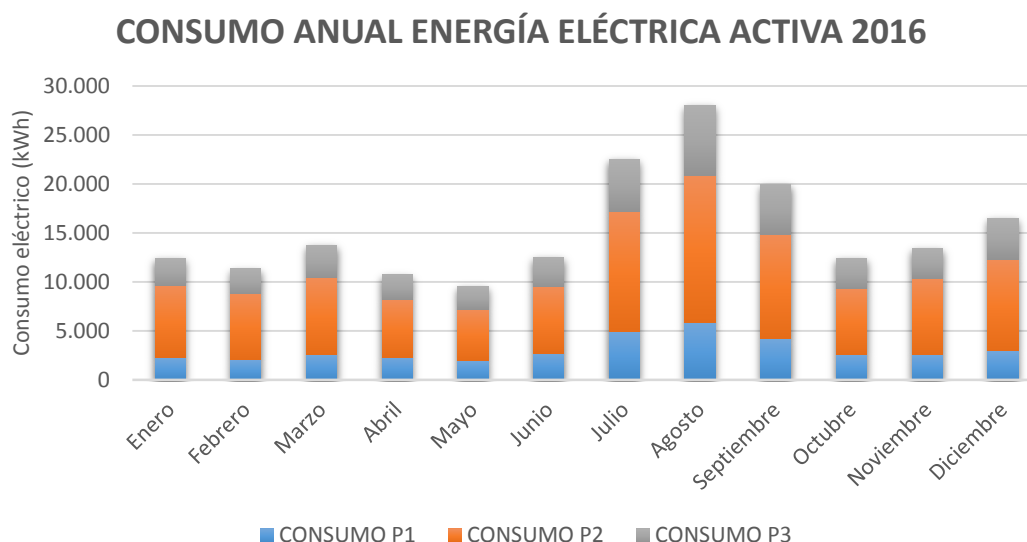


Gráfico 2. Consumo energético mensual por periodo año 2016 (Fuente: Elaboración propia)

Como se ha mencionado anteriormente, la principal característica del consumo del CAP es su estacionalidad, destacando un mayor consumo en aquellos meses con temperaturas más extremas como los meses de Julio y Agosto, pero también en los meses de invierno ya que la instalación de clima proporciona calor.

A continuación, se adjunta un diagrama en el que aparecen los consumos según los periodos asociados en el año 2016.

CONSUMO ANUAL ENERGÍA ELÉCTRICA ACTIVA 2016

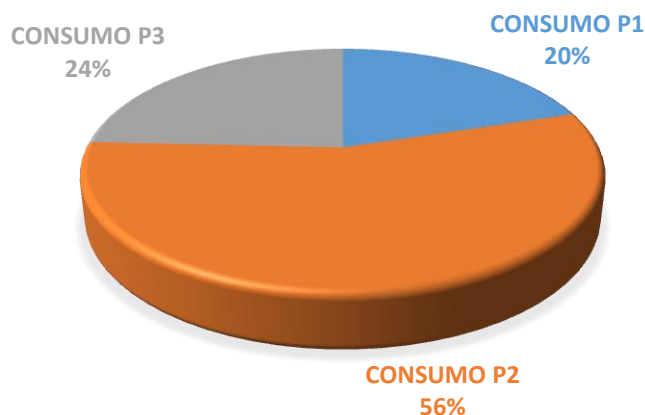


Gráfico 3. Consumo eléctrico según periodo año 2016 (Fuente: Elaboración propia)

Como se aprecia en el gráfico anterior, el consumo eléctrico del centro de salud se divide en 3 periodos diferenciados, estos periodos vienen definidos en la modalidad de contratación del suministro eléctrico, en este caso, una tarifa 3.0 para baja tensión.

Dicha tarifa corresponde a los suministros de baja tensión con potencias contratadas superiores a 15 kW y suele utilizarse en industrias, edificios públicos o grandes comercios. Se caracteriza por tener una discriminación horaria repartida en 3 periodos:

- Periodo punta o P1: Tiene 4 horas diarias y es el periodo más caro.
- Periodo llano o P2: Tiene 12 horas diarias y presenta el precio intermedio.
- Periodo valle o P3: Tiene 8 horas diarias en horario nocturno. Presenta el precio más económico.

El periodo llano o P2, caracterizado por su precio intermedio, es el que abarca principalmente las horas centrales del día, de 8-18h y 22-24h en invierno y de 8-11h y 15-24h en verano. Por lo tanto, es lógico que la mayoría de energía consumida en el centro de salud se centre en el periodo 2, ya que corresponde con los horarios de actividad. Dichos periodos poseen precios diferentes y al multiplicarse por la energía consumida en el correspondiente periodo permiten obtener la facturación del término de energía.

En cuanto al término de potencia, la potencia facturada se calcula utilizando la regla del max metro:

- Si se utiliza menos del 85% de la potencia contratada, se facturará el 85% de la potencia contratada.
- Si se utiliza entre el 85% y el 105% de la potencia contratada, se facturará la misma potencia que la utilizada.
- Si se utiliza más del 105% de la potencia contratada se penaliza. Se factura la potencia utilizada más el doble de la diferencia entre el valor registrado y el 105% de la potencia contratada.

ENERGIA REACTIVA

A continuación, se muestra una tabla con los principales consumos eléctricos de energía activa y reactiva, y la facturación de ésta última.

MES	ENERGIA ACTIVA (kWh)	ENERGIA REACTIVA TOTAL (kWh)	ENERGIA REACTIVA FACTURADA (€)	Cos fi
Enero	12.390	0	0	1
Febrero	11.320	0	0	1
Marzo	13.741	0	0	1
Abril	10.718	0	0	1
Mayo	9.526	0	0	1
Junio	12.489	1.134	0	1
Julio	22.499	2.754	0	0,99
Agosto	28.007	3.164	0	0,99
Septiembre	19.958	1.744	0	1
Octubre	12.391	1.316	0	0,99
Noviembre	13.431	1.554	116,22	0,93
Diciembre	16.474	2.976	160,44	0,92
TOTAL	182.944	29.642	276,26€	-

Tabla 8. Consumo mensual de energía activa, reactiva y facturación de reactiva año 2016 (Fuente: Facturas eléctricas)

A partir del análisis de la tabla anterior, se observa como el CAP ha sufrido leves penalizaciones por el exceso de consumo reactiva. Estas penalizaciones se produjeron en los meses de Noviembre y Diciembre y pueden a ver sido provocadas por el uso de algún equipo especial instalado en el centro

de salud durante esos dos meses puntuales. Por lo general, el CAP no presenta penalizaciones por el exceso de consumo reactiva.

En la tarifa 3.0A se penaliza la descompensación de la energía reactiva. Dicha penalización de energía reactiva está regulada por el RD 1164/2001⁷ y la orden ITC 1723/2009⁸. Este recargo se aplica en los periodos punta y llano siempre que el consumo de energía reactiva excede en un 33% el consumo de energía activa durante un periodo de facturación concreto y únicamente afecta a dichos excesos. En teoría se comienza a penalizar cuando el Cos fi es menor a 0,95.

⁷ Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

⁸ Orden ITC/1723/2009, de 26 de junio, por la que se revisan los peajes de acceso a partir de 1 de julio de 2009 y las tarifas y primas de determinadas instalaciones de régimen especial.

COSTE DEL CONSUMO TOTAL DE ELECTRICIDAD

COSTE CONSUMO ELÉCTRICO 2016 €/año								
MES	COSTE ELECTRICO TOTAL		COSTE TÉRMINO FIJO	COSTE TÉRMINO ENERGÍA				COSTE REACTIVA
				COSTE P1	COSTE P2	COSTE P3	COSTE TOTAL	
Enero	1681€	7,2%	581€	255€	669€	176€	1.100€	0€
Febrero	1587€	6,7%	581€	235€	614€	157€	1.006€	0€
Marzo	1799€	7,7%	586€	289€	712€	212€	1.213€	0€
Abril	1522€	6,5%	567€	262€	532€	161€	955€	0€
Mayo	1432€	6,1%	586€	227€	470€	149€	846€	0€
Junio	1680€	7,1%	567€	308€	615€	190€	1.113€	0€
Julio	2.687€	11,4%	678€	562€	1107€	340€	2.009€	0€
Agosto	3.133€	13,4%	653€	660€	1367€	453€	2.480€	0€
Septiembre	2.344€	10%	578€	472€	969€	325€	1.766€	0€
Octubre	1.683€	7,2%	586€	287€	615€	195€	1.097€	0€
Noviembre	1.761€	7,5%	567€	294€	706€	194€	1.194€	116,22€
Diciembre	2.033€	8,7%	586€	333€	849€	265€	1.447€	160,04€
TOTAL ANUAL	23.342€	100%	5.954€	4.184€	9.225€	2.817€	16.226€	0€

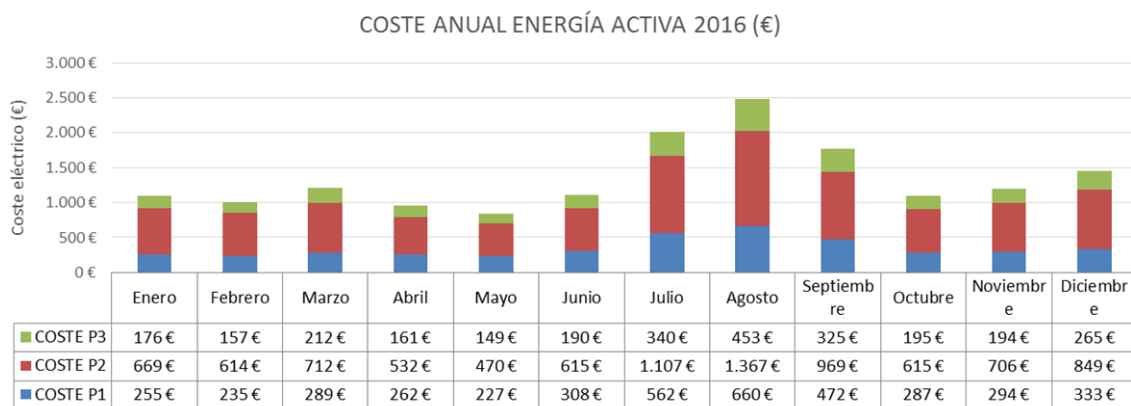
Tabla 9. Coste del consumo de energía eléctrica del CAP año 2016 (Fuente: Facturas eléctricas)

Como es lógico, en los meses de agosto, julio, septiembre y diciembre se generan los costes más elevados en el término de energía debido a que se producen los consumos más elevados y en los periodos más caros, P1 y P2.

En 2016 se alcanzó un coste de la energía eléctrica de 16.226€, sin incluir impuestos ni costes de alquiler de equipos.

En la siguiente gráfica se pueden observar los costes que genera el consumo mensual de energía activa, es decir, sólo se tiene en cuenta el término de energía y separándolos según el periodo asociado.

Gráfico 4. Coste mensual por periodos de energía activa año 2016 (Fuente: Elaboración propia)



Finalmente, se adjunta un gráfico en el que se aprecia la repercusión económica que aportan los diferentes términos que componen la factura eléctrica.

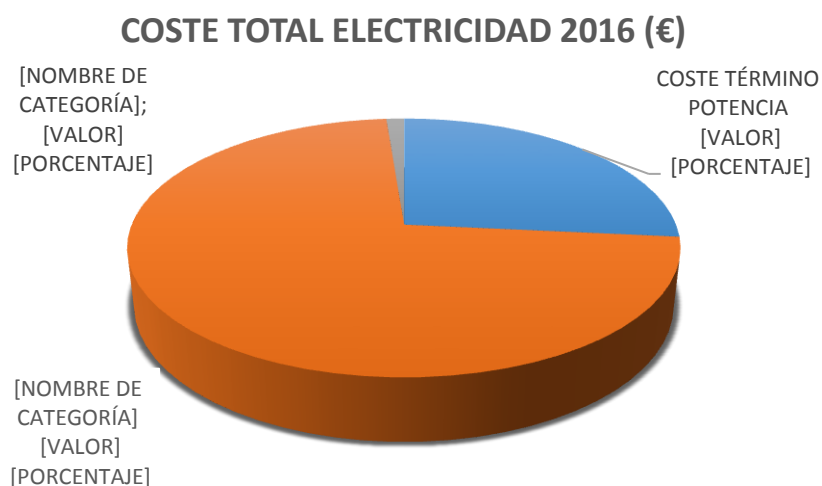


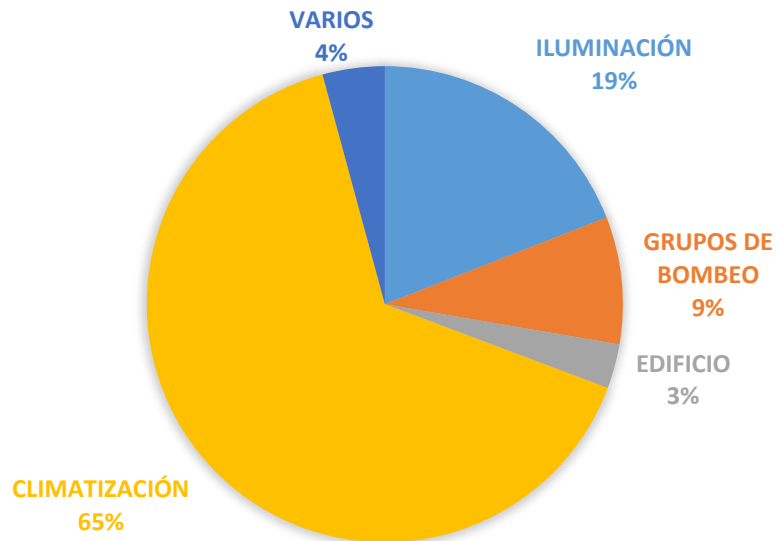
Gráfico 5. Coste de la electricidad repercutido según concepto año 2016 (Fuente: Elaboración propia)

Gran parte de la facturación anual asociada al suministro eléctrico viene asociada al coste del término de potencia. Según se constató en la primera visita realizada, en el 2015 se redujo la potencia contratada, por lo que, si no se hubiera realizado esta optimización, el coste del término de potencia sería más elevado.

ELECTRICIDAD

Para poder determinar la distribución de los consumos eléctricos que presenta el CAP, se ha realizado una estimación aproximada del consumo a partir de las horas de funcionamiento facilitadas por el personal del centro y las potencias nominales de los diferentes equipos instalados.

En los anexos del presente proyecto aparece el inventario completo realizado en el centro de salud, que ha servido para poder hacer una aproximación de la distribución de consumos que presenta el centro edificio.



Gráfico 6. Distribución energética según los usos del CAP (Fuente: Elaboración propia)

Según los valores obtenidos, el principal grupo consumidor de energía eléctrica son los equipos de climatización. El sistema de climatización trabaja de forma constante durante todo el año, aportando frío o calor en función de las necesidades del centro. El conjunto de la iluminación del centro de salud también tiene un gran peso en la distribución del consumo eléctrico del centro. En cualquier tipo de edificio grande, empresa, instalaciones deportivas o centros comerciales, estas dos instalaciones son las que suponen el grueso del consumo de electricidad, y son precisamente en ellas, donde más ahorro se puede obtener.

Para reducir el consumo en cuanto a iluminación se refiere, una de las medidas que se suelen llevar a cabo en materia de eficiencia energética es la substitución de la iluminación del centro hacia tecnologías LED, en caso de que no lo sean. También se pueden realizar controles del encendido y el apagado de la iluminación en diferentes sectores, mediante sensores de presencia o de luminosidad, en los que no se necesite una iluminación constante durante el horario de apertura del centro de salud. En el caso del CAP de Vilanova del Camí, se ha detectado la posibilidad de substituir la luminaria instalada en el centro, ya que ningún equipo posee tecnología LED. En fases posteriores del proyecto se desarrollará en detalle esta cuestión.

El siguiente grupo consumidor que aparece reflejado en el diagrama se refiere a los equipos de bombeo de las diferentes instalaciones de agua caliente sanitaria, instalación de calefacción o la instalación solar térmica. En las visitas realizadas estos equipos funcionaban adecuadamente y su estado era el adecuado.

Otros grupos consumidores que aparecen en el inventario son los equipos de ventilación y extracción, con un consumo menor debido a su uso puntual en determinados momentos del día.

En el grupo varios se encuentran agrupados todos los consumos relacionados con la actividad diaria del centro de salud, como pueden ser ordenadores, instrumentación médica, ascensores, lámparas de mesa y otros.

PERFIL DEL CONSUMO HORARIO

Como se explica en la introducción del proyecto, en una de las visitas al centro se ha llevado a cabo un estudio del consumo horario. Para ello, se ha instalado un analizador de redes de la marca CIRCUTOR durante una semana en el contador eléctrico del centro de salud. En el anexo A4 se explica en detalle el procedimiento realizado para obtener el perfil de consumo semanal del centro de salud.

A partir de los datos recopilados se ha realizado el siguiente perfil horario de consumo:

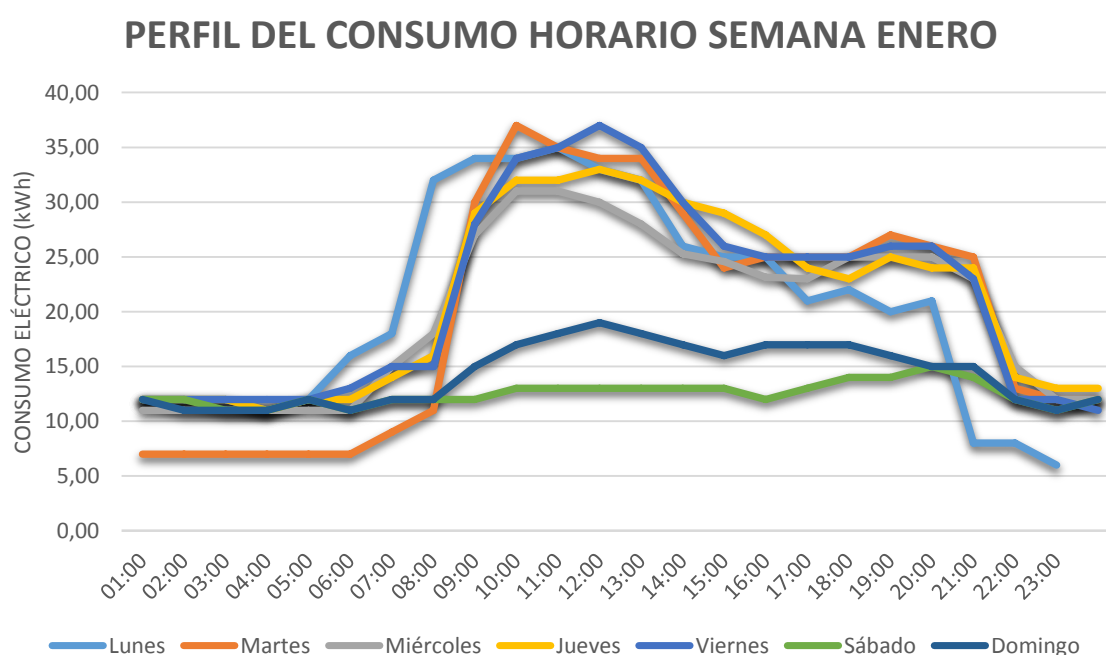


Gráfico 7. Perfil horario de consumo energético para semana de invierno (Fuente: Elaboración propia)

El centro de salud abre sus puertas de lunes a viernes a las 07:45 de la mañana, y hasta las 08:00 no se empieza con las primeras visitas de la mañana. Aproximadamente a las 06:30-07:00, se ponen en marcha los equipos de climatización, extracción y ventilación, momento en el cual los consumos empiezan a crecer y siguen con esta tendencia hasta al mediodía. En este intervalo de tiempo se

registra el mayor consumo por parte del centro debido al mayor número de visitas atendidas, y por lo tanto, mayor momento de actividad y ocupación. A partir del mediodía, los consumos se reducen a la par que la afluencia de pacientes y de personal sanitario hasta las 21:00. A partir de dicho momento se finaliza la actividad diaria de atención primaria y tan solo permanece abierto el sistema de emergencias 24 horas.

Los sábados y domingo el centro experimenta un claro descenso del consumo energético ya que no se atienden visitas programadas. Sin embargo, el sistema de emergencias médicas permanece abierto ininterrumpidamente, dando lugar al consumo base del edificio.

El perfil de consumo obtenido presenta irregularidades a lo largo de cada día pero es perfectamente coherente con los horarios de funcionamiento del centro de salud y de manera general, se encuentra dentro de los valores esperados.

La elaboración de un perfil de consumo se considera una de las acciones primordiales a realizar en las auditorías energéticas, ya que es una de las principales vías de detección de consumos pasivos o cualquier tipo de anomalía.

4.2. Gas natural

Las características de contratación de Gas Natural que dispone el CAP se muestran en la siguiente tabla.

DATOS DE CONTRATACIÓN DE GAS NATURAL	
Comercializadora	Gas Natural Fenosa
Cliente	Institut Catal� de la Salut
Modalidad de contrato	Tarifa de acceso: 3.4 P ≤ 4 bar

Tabla 10. Características de contratación de Gas Natural (Fuente: Factura gas natural)

La facturación de Gas Natural se realiza principalmente a partir de un término fijo [ /mes] regulado por la ORDEN IET/2446/2013⁹ y un término variable [ /kWh] según el consumo de Gas Natural.

⁹ Orden IET/2446/2013, de 27 de diciembre, por la que se establecen los peajes y cánones asociados al acceso de terceros a las instalaciones gasistas y la retribución de las actividades reguladas.

CONSUMO GAS NATURAL

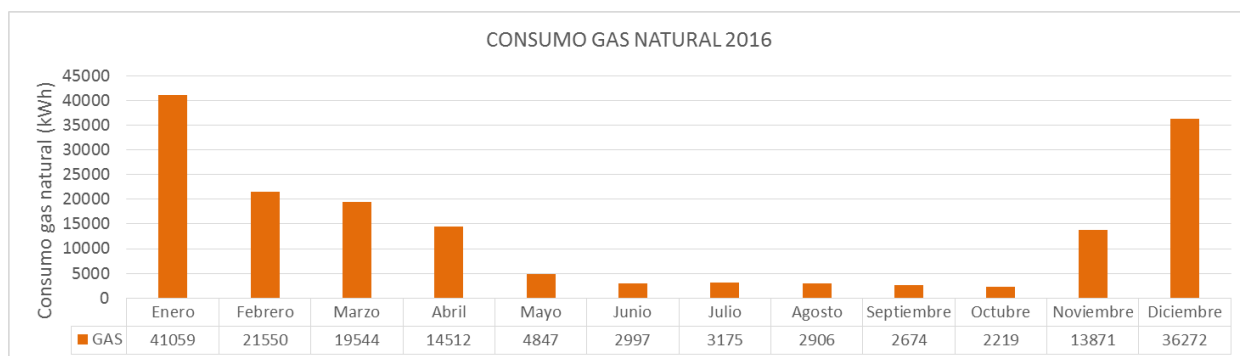
A continuación se adjunta una tabla resumen con los diferentes consumos registrado en el CAP a lo largo del año 2016.

CONSUMO GAS NATURAL 2016 kWh/año		
Mes	Consumo gas total	
	kWh	%
Enero	41059	24,8
Febrero	21550	13
Marzo	19544	11,8
Abril	14512	8,7
Mayo	4847	3
Junio	2997	2
Julio	3175	1,9
Agosto	2906	1,8
Septiembre	2674	1,6
Octubre	2219	1,3
Noviembre	13871	8,3
Diciembre	36272	21,8
TOTAL ANUAL	165.626	100%

Tabla 11. Consumos mensuales de Gas Natural año 2016 (Fuente: Factura gas natural)

Tal y como se observa, los meses que registran unos consumos más elevados son los meses de invierno, en que se da un uso intensivo de la calefacción debido a las bajas temperaturas. Además, hay que recordar, que la instalación solar térmica se encuentra parada, y no produce agua caliente sanitaria, por lo que las calderas realizan un trabajo superior, que implica un consumo mayor.

A continuación se muestra el consumo mensual de Gas Natural (kWh) de forma gráfica para poder visualizar con facilidad la tendencia anual que presenta el centro.



Gráfico 8. Consumos mensuales de Gas Natural 2016 (Fuente: Elaboración propia)

En los meses de verano, se producen los consumos más bajos o consumos bases del centro de salud debido a que la calefacción se encuentra apagada. Este consumo energético proviene únicamente de la producción de agua caliente sanitaria.

COSTE CONSUMO GAS NATURAL

En la siguiente tabla, se muestran los costes generados por el término fijo y el término variable en los diferentes meses del año. También se pueden apreciar los importes asociados a los diferentes impuestos y el alquiler de equipos.

COSTE CONSUMO GAS NATURAL 2016				
Mes	Coste gas natural total	Coste término energía	Coste término fijo	Alquiler de equipo e impuestos
Enero	2.161€	1.979€	93€	101,66€
Febrero	1.141€	1.012€	74€	54,89€
Marzo	1.054€	917€	85€	50,83€
Abril	791€	681€	71€	38,26€
Mayo	313€	214€	82€	16,28€
Junio	218€	132€	74€	11,47€
Julio	248€	139€	95€	13,17€
Agosto	219€	125€	82€	11,54€
Septiembre	209€	115€	82€	11,19€
Octubre	190€	95€	82€	11,95€
Noviembre	705€	585€	82€	37,39€
Diciembre	1.698€	1.531€	77€	89,50€
TOTAL ANUAL	8.953€	7.525€	979€	448,13€

Tabla 12. Costes asociados al consumo Gas Natural año 2016 (Fuente: Facturas gas natural)

En el año 2016, el coste económico del Gas Natural alcanzó los 8.953€, incluyendo los impuestos asociados y el alquiler del equipo. El coste económico sin incluir los impuestos y el alquiler de equipos fue de 8.504€.

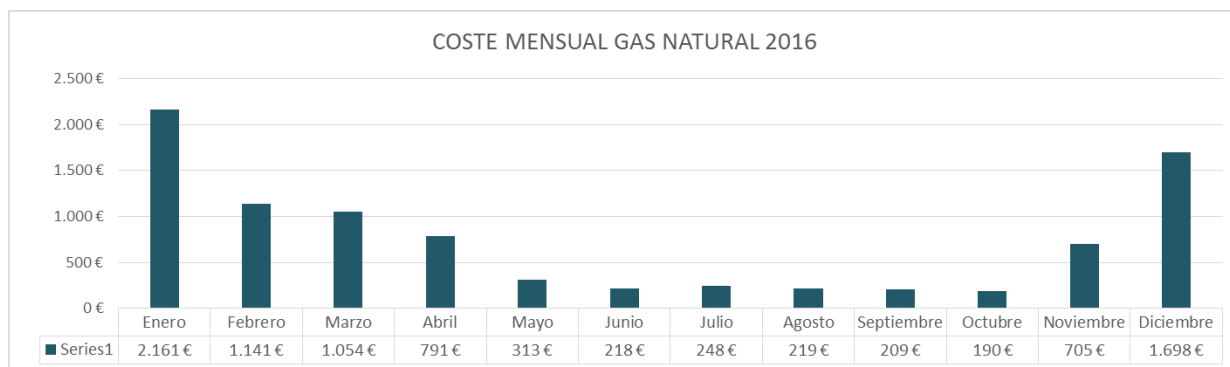


Gráfico 9. Costes mensuales de Gas Natural año 2016 (Fuente: Elaboración propia)

Siguiendo la misma tendencia que en el consumo, los meses de invierno se caracterizan por los costes más elevados.

Las características de consumo de gas natural del centro de salud son totalmente normales y acordes a los edificios de sus mismas características. No obstante, el consumo de gas natural puede verse reducido si la instalación solar térmica funcionase. En capítulos posteriores se desarrollará esta cuestión en profundidad.

DISTRIBUCIÓN DE USOS GAS NATURAL

Para determinar la distribución de consumo de gas entre los diferentes equipos consumidores del CAP se ha realizado una estimación a partir de la información obtenida en las diferentes visitas realizadas al centro de salud.

Para realizar dicha estimación, se han utilizado las potencias nominales de los equipos existentes las cuales han sido multiplicadas por las horas de uso anuales para obtener el total del consumo anual.

Estas horas de uso diarias, evidentemente no son las horas que realmente funcionan estos equipos sino el equivalente de todas las horas de uso a cargas parciales. Las dos calderas permanecen en funcionamiento prácticamente durante todas las horas de apertura del centro de salud a cargas parciales ya que va modulando. Todas estas horas trabajando a cargas parciales equivalen a unas 4 horas diarias trabajando a plena carga, lo que, multiplicado por la potencia nominal y por los días del año, permite obtener el consumo anual de los equipos.

DISTRIBUCIÓN CONSUMO DE GAS

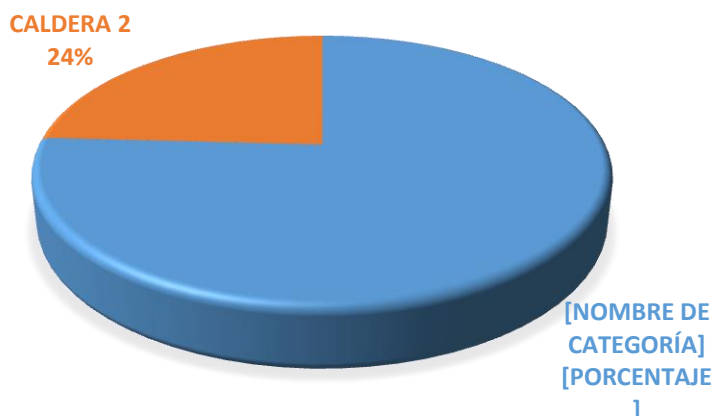


Gráfico 10. Distribución de consumos de Gas Natural según los usos (Fuente: Elaboración propia)

Como se aprecia, el mayor consumo de gas natural recae en la caldera de mayor potencia, encargada de la calefacción del centro de salud. La segunda caldera, de menor potencia, se encarga de la producción de agua caliente sanitaria y de la calefacción del vestuario de personal sanitario, por eso, su consumo es menor.

4.3. Agua

Las características de contratación del suministro de agua se muestran en la siguiente tabla.

DATOS DE CONTRATACIÓN DE AGUA	
Entidad	Aigua de Rigat
Cliente	Institut Català de la Salut
Tipo de facturación	Trimestral

Tabla 13. Características de contratación del suministro de agua (Fuente: Factura agua)

La facturación del consumo de agua viene diferenciada por diferentes conceptos: el suministro del agua (Cuota del servicio según el caudal contratado y el coste de los metros cúbicos consumidos) y un conjunto de cánones y tasas.

CONSUMO DE AGUA

En la siguiente tabla se muestran los consumos trimestrales del centro de salud el año 2016.

CONSUMO AGUA 2016 (m ³ /año)		
Mes	Consumo agua total	
	m ³	%
Noviembre – Febrero	1.370	47,9
Febrero – Mayo	1.002	35
Mayo – Agosto	304	10,63
Agosto – Noviembre	182	6,47
TOTAL ANUAL	2.858	100

Tabla 14. Consumo agua año 2016 (Fuente: Facturas agua)

Como se puede observar en la tabla, el perfil de consumo sigue un comportamiento estacional, consumiendo una mayor cantidad de agua en los meses de invierno. En 2016, el consumo total de agua alcanzó los 2.858 m³.

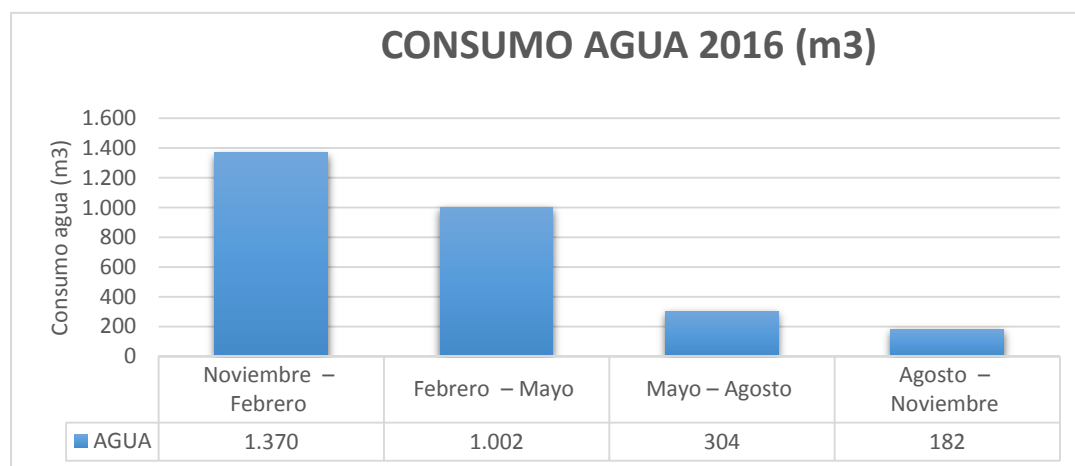


Gráfico 11. Consumo de agua trimestral 2016 (Fuente: Elaboración propia)

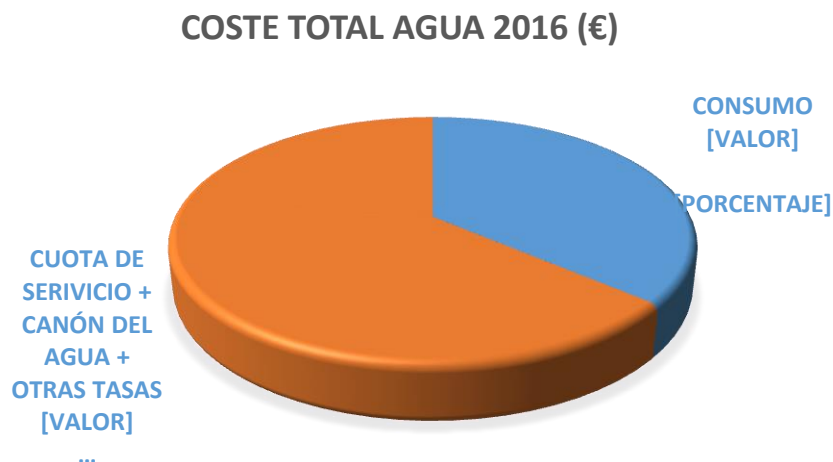
La principal explicación que se puede dar al consumo estacional que presenta el consumo de agua es debida a la ocupación que presenta el CAP. En el periodo de invierno y primavera se atienden más visitas debido a los procesos gripales y alérgicos. Por otra parte, en los meses de verano se registran las asistencias más bajas debido al periodo de vacaciones.

COSTE CONSUMO TOTAL DE AGUA

En la siguiente tabla y gráfica se observa el coste total del consumo de agua del año 2016. Gran parte de este coste está relacionado con conceptos independientes al consumo propio del centro de salud y provienen de diferentes tasas que aplica la compañía distribuidora del agua.

COSTE CONSUMO AGUA 2016			
Mes	Coste total	Coste consumo	Cuota de servicio + Cánon del agua + Tasas varias
Noviembre-Febrero	2113,34	774,09	1339,25
Febrero-Mayo	1558,64	567,93	990,71
Mayo - Agosto	522,53	172,31	350,22
Agosto - Noviembre	271,88	103,16	168,72
Total anual	4.466,39€	1.617,49€	2.848,9€

Tabla 15. Costes sin I.V.A del suministro de agua año 2016 (Fuente: Facturas agua)



Gráfico 12. Coste total agua según conceptos año 2016 (Fuente: Elaboración propia)

La cuota de servicio se asemeja al término de potencia en el ámbito de la facturación eléctrica y los importes restantes son impuestos aplicados por la distribuidora. Como se puede apreciar, el 64% de la facturación está directamente relacionada con impuestos y cuotas, y no al propio consumo mensual que se registra en el centro de salud.

En cuanto al suministro de agua, el centro de salud presenta unas características adecuadas de contratación y no se prevé la implantación de algún tipo de medida en este sentido ya que el coste de este suministro no depende en cierta medida de la cantidad de agua consumida, sino de impuestos y cuotas.

COSTE TOTAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA Y AGUA

Una vez realizados los consumos y los costes de las diferentes fuentes de energía que alimentan al CAP, se puede observar como la aportación de electricidad es mayor a la de gas, aunque no por una gran diferencia. En el ámbito económico, la electricidad también supone los mayores costes en relación al suministro de fuentes de energía.

DISTRIBUCIÓN ENERGIA 2016 (KWH)

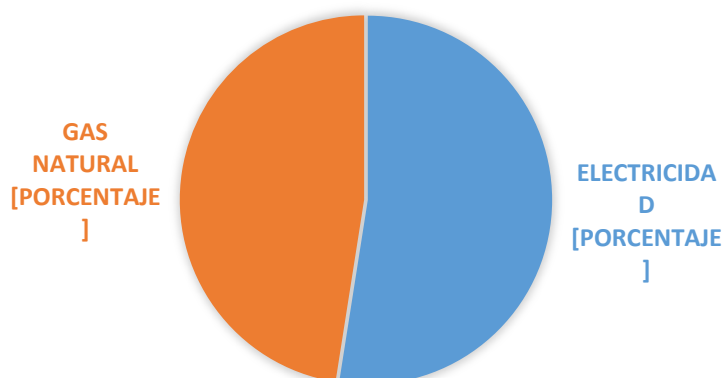


Gráfico 13. Distribución suministros energéticos año 2016 (Fuente: Elaboración propia)

DISTRIBUCIÓN COSTE CONSUMO 2016 (€)

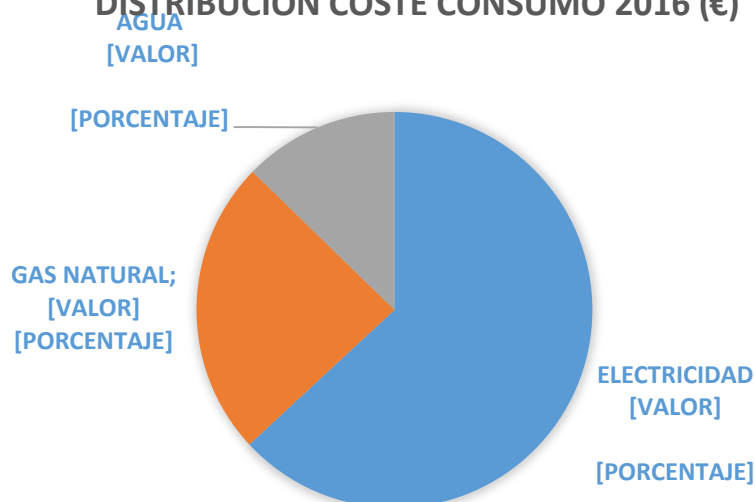


Gráfico 14. Distribución costes de suministros energéticos año 2016 (Fuente: Elaboración propia)

En la siguiente tabla se pueden visualizar los diferentes costes según el tipo de suministro para el año 2016. Como se puede apreciar el suministro con mayor coste efectivo es el agua.

COSTE CONSUMO TOTAL AÑO 2016					
Suministro	Consumo	Término consumo	Término fijo	Total	Coste efectivo
Electricidad	182.944 kWh	16.226 €	5.954 €	22.180 €	0,125 €/kWh
Gas natural	165.626 kWh	7.525 €	979€	8.504 €	0,0513 €/kWh
Agua	2.858 m ³	1.617€	2.848	4.466 €	1.5627 €/m ³

Tabla 16. Costes suministros energéticos y agua año 2016 (Fuente: Elaboración propia)

El coste total de los suministros energéticos del centro de salud es de 35.150€ para el año 2016. Dentro de la tipología de estos edificios se considera un coste medio, no obstante, mediante la implantación de las futuras medidas de ahorro energético el valor se debería ver reducido. El 64% del coste total viene derivado de la facturación eléctrica anual, por lo que a este suministro se le dedicará una especial atención en vistas a reducir su consumo y por ende, el coste que representa.

Como análisis final de la recopilación de los datos de los diferentes suministros energéticos que presenta el centro de salud, se puede afirmar que su comportamiento entra dentro de los límites esperados y no se ha detectado ninguna anomalía. No obstante, al no haberse aplicado ninguna propuesta en materia de eficiencia energética desde el momento de su construcción, se considera un edificio con un amplio potencial de ahorro.

Para estimar con más certeza el posible potencial de ahorro del centro de salud, es necesario compararlo con otros centros de salud de características similares, para ello, se realizara un estudio de Benchmarking.

BENCHMARKING

Una de las principales herramientas que permite a los gestores energéticos conocer el potencial de ahorro de una instalación es el estudio del Benchmarking. Esta herramienta permite comparar edificios de la misma tipología a partir del cálculo de un rango de rendimiento óptimo, que a su vez sitúa a la instalación en cuestión en una mejor o peor posición respecto a otras instalaciones.

Mediante el análisis de los datos de facturación de los diferentes suministros energéticos se realiza una primera toma de contacto y se puede establecer el patrón de comportamiento del edificio o la detección de pequeñas anomalías. Sin embargo, para conocer en detalle el potencial de ahorro de cualquier tipo de instalación, es necesario un estudio de Benchmarking. .

El procedimiento seguido ha sido el estipulado en el libro *Energy Audits: A Workbook for Energy Management in Buildings*, en el que se procede con la explicación del NPI Method (Normalised Performance Indicator Method). Siguiendo este método se obtiene un valor que se puede situar dentro o fuera de un rango que representa el comportamiento óptimo de un edificio encunto a su consumo energético.

Para conocer el valor deseado pero de otros centros de atención primaria de Cataluña, se ha contactado con el Institut Català d'Energia, que ha facilitado los datos necesarios para realizar los cálculos como son superficies, consumos eléctricos y de gas, pero de forma anónima según la ley de protección de datos.

En la siguiente tabla se reflejan los diferentes NPI¹⁰ (Normalised Performance Indicator) de los diferentes centros de asistencia primaria siguiendo el procedimiento de cálculo que se recoge en el anexo A3.

¹⁰ Energy Audits: A Workbook for Energy Management in Buildings

Centro asistencia primaria	Consumo eléctrico anual (kWh)	Consumo gas natural anual (kWh)	Consumo gas natural anual (m ³)	Superficie (m ²)	Comarca	NPI (kWh/m ²)	Rango de rendimiento óptimo (kWh/m ²)
CAP VILANOVA DEL CAMI	182.944	165.626	14.920	1319	Anoia	177,9	189-262
CAP 1	305.014	346.663	31.228	2967	Barcelona	209,0	189-262
CAP 2	365.984	392.264	35.336	2850	Anoia	172,4	189-262
CAP 3	358.401	332.874	29.986	3398	Barcelona	219,7	189-262
CAP 4	286.097	108.219	9.749	2450	Baix Llobregat	153,7	189-262

Tabla 16. Rangos de rendimientos óptimos para edificios de la administración pública (Fuente: Elaboración propia)

Según los valores obtenidos, el CAP de Vilanova del Camí se situaría por debajo del rango de valores estimados para centros de atención primaria. Por lo tanto, el consumo actual de electricidad y gas natural permiten definir al CAP como un centro eficiente, incluso por debajo de los valores óptimos.

No obstante, el rango fijado como óptimo para cualquier tipo de instalación es un valor teórico y en la realidad el NPI de cualquier instalación se puede reducir aplicando las correctas medidas de ahorro energético.

Los CAPs situados en la provincia de Barcelona presentan un indicador de rendimiento muy similar, situado dentro del rango de rendimientos óptimos pero con más margen de reducción de consumo que los centros de la comarca del Anoia o del Baix Llobregat. Precisamente este último centro de Barcelona es el que tiene un valor más bajo de rendimiento, por lo tanto, si se le aplicasen medidas de ahorro energético sería, presumiblemente, el centro en el que más ahorros se obtendrían.

CORRELACIÓN DE LAS FUENTES ENERGÉTICAS

En el séptimo apartado del presente proyecto final de grado se describe el proceso que se ha realizado para obtener una línea base de consumo, su finalidad y el procedimiento seguido.

La línea base de consumo es una ecuación en la que se establece un periodo de referencia a estudiar, y a partir del estudio estadístico de diferentes parámetros conocidos relacionados con el centro de salud como son la temperatura exterior, los GDD o los HDD, se determina una ecuación que representa el comportamiento del consumo eléctrico y de gas natural, en función de dichos parámetros.

El objetivo de determinar una línea base de consumo es poder evaluar y seguir los ahorros obtenidos una vez aplicadas las futuras medidas de ahorro energético, comparándolas con la situación inicial, en la que no hay medidas de ahorro implantadas.

Esta línea de consumo se basará en el protocolo o método IPVMP¹¹ sobre medida y verificación de ahorros, que establece la metodología a seguir para obtener la ecuación y que permite obtener una regresión lineal entre el consumo de electricidad o gas natural y los grados días para calefacción o refrigeración, además de alguna otra variable alternativa con influencia como puede ser la ocupación del centro, la temperatura exterior, la temperatura media, etc.

Para calcular la relación entre el consumo de gas natural y las variables de referencia, se ha utilizado la herramienta de análisis de datos del programa Excell, teniendo en cuenta las siguientes variables: Heating Degrees Day (HDD), Cooling Degrees day (CDD), temperatura máxima, media y mínima y la ocupación. El cálculo se puede realizar infinitas veces, con infinitas combinaciones de las variables introducidas por el usuario, pero según los valores de los estadísticos se van descartando aquellas variables que no influyen en el comportamiento energético del edificio. En algunos casos, la ecuación se obtiene a partir de una regresión lineal simple entre alguno de los parámetros y en otros casos es necesario realizar una regresión lineal múltiple.

A continuación, se resume el procedimiento realizado para obtener la línea de consumo energético más representativa para cada suministro.

¹¹ Protocolo Internacional de Medida y Verificación – Efficiency Valuation Organization

7.1. Gas natural

El centro de asistencia primaria de Vilanova del Camí utilizada gas natural para alimentar a las dos calderas de las que dispone, estas se destinan a climatizar el centro y a la producción de agua caliente sanitaria.

Para calcular la relación entre el consumo de gas natural y las variables de referencia, como se ha explicado anteriormente, se ha utilizado la herramienta de análisis de datos de Excell teniendo en cuenta las siguientes variables: Heating Degrees Day (HDD), Cooling Degrees day (CDD), temperatura máxima, media, mínima y la ocupación. En este caso, para poder calcular la línea base de consumo, se ha realizado una regresión múltiple entre los Heating Degrees Day y la temperatura media mensual.

Con las variables citadas anteriormente y realizando el análisis estadístico, se obtiene una correlación R^2 de 0,90. Si analizamos este valor siguiendo las indicaciones del IMPVP, se puede afirmar que existe una buena relación causal entre los valores de referencia y el consumo del CAP. Los valores de R^2 superiores al 0,75 se consideran como aceptables, por lo tanto, en nuestro caso obtenemos un resultado satisfactorio.

A continuación, se muestra la ecuación resultante del análisis realizado:

$$\text{Consumo (kWh)} = -15593 + 272,79 \cdot \text{HDD} + 744,37 \cdot \text{Temperatura Media}$$

(Equation 1)

HDD: Sumatorio de la diferencia de grados diarios entre una temperatura fija y la temperatura media del día.

A partir de la ecuación, se muestra una tabla en la que aparecen los consumos mensuales del CAP durante el año 2016, los valores de las variables de referencia utilizadas para calcular la ecuación de referencia y la desviación que supondría la implementación de la ecuación con los valores propios de cada parámetro. De tal manera, se puede comprobar numéricamente como de buena es la regresión lineal obtenida.

MES	CONSUMO GAS NATURAL (kWh)	HDD	TEMPERATURA MEDIA	CONSUMO ESTIMADO	DESVIACIÓN (%)
Enero	41.059	148	11	32.969	20%
Febrero	21.550	98	11	19.329	-10%
Marzo	19.544	96	12	19.528	0%
Abril	14.512	54	15	10.303	29%
Mayo	4.847	32	18	6.535	-35%
Junio	2.997	4,3	23	2.700	10%
Julio	3.175	0,3	26	3.842	-21%
Agosto	2.906	0	25	3.016	4%
Septiembre	2.674	3	22	1.601	40%
Octubre	2.219	23	17	3.335	50%
Noviembre	13.871	108	12	22.802	64%
Diciembre	36.272	178	9	39.664	-9%
				PROMEDIO	12%

Tabla 17. Tabla resumen de los resultados de la línea base de consumo de gas natural¹² (Fuente: Elaboración propia)

Como se aprecia, a pesar de tener una correlación de R^2 muy elevada, existen meses en los que la desviación alcanza valores ilógicos como en los meses de Setiembre, Octubre y Diciembre. No obstante, al tratarse de la línea base de consumo para gas natural, los meses que realmente interesan son aquellos en los que se hace uso de la calefacción, es decir los meses de invierno.

A pesar de que en algunos meses la correlación se desvía excesivamente del valor real, la desviación promedio para el año entero sería del 12%, un valor bajo y aceptable para analizar los futuros ahorros.

¹² <http://www.degreedays.net/#generate>

Gracias a los cálculos realizados, la línea base de consumo anterior permitiría al cliente conocer con bastante exactitud los consumos que se hubiesen tenido en el centro de salud en aquellos meses en que el consumo de gas natural es mayor y de esta forma, conocer los ahorros que se est n obteniendo.

7.2. Electricidad

En lo que se refiere a la línea base de consumo para electricidad, también se ha realizado una regresión múltiple entre los Cooling Degree Days y las temperaturas medias mensuales del municipio de Vilanova del Camí. En este caso se ha obtenido una correlación muy buena con un R^2 de 0,89.

$$\text{Consumo (kWh)} = 28143 + 127,04 \cdot CDD - 1458,34 \cdot \text{Temperatura Media}$$

(Equation 2)

Las variables que se han tenido en cuenta indican que uno de los principales grupos consumidores del centro es la climatización, y efectivamente, tal y como se ha podido constatar con anterioridad, el consumo de climatización supone el 65% del consumo total del edificio.

A continuación se muestra una tabla con las diferentes desviaciones mensuales que se obtienen si se aplicase la ecuación resultante del escenario base a los consumos de 2016.

MES	CONSUMO ELECTRICIDAD	CDD	TEMPERATURA MEDIA	CONSUMO ESTIMADO	DESVIACIÓN (%)
Enero	12.390	3	11	12.483	-1%
Febrero	11.320	7	11	12.991	-15%
Marzo	13.741	29	12	14.328	-4%
Abril	10.718	52	15	12.875	-20%
Mayo	9.526	79	18	11.930	-25%
Junio	12.489	148	23	13.404	-7%
Julio	22.499	260	26	23.257	-3%
Agosto	28.007	274	25	26.494	5%
Septiembre	19.958	185	22	19.563	2%
Octubre	12.391	40	17	8.433	32%
Noviembre	13.431	10	12	11.914	11%
Diciembre	16.474	2	9	15.273	7%
				PROMEDIO	-2%

Tabla 18. Tabla resumen de los resultados de la línea base de consumo de electricidad (Fuente: Elaboración propia)

Al igual que en el caso del gas natural, existen algunos meses en los que la desviación no sigue valores normales. A pesar de ello, dado que una gran parte del consumo eléctrico viene producido por la climatización, es importante comprobar las desviaciones de los meses en que dicho sistema se utilice con más frecuencia. El periodo que comprende los meses de Junio a Septiembre presenta una desviación media del -1%, porcentaje de desviación muy bajo y que proporciona una línea base de consumo muy válida.

La obtención de las temperaturas mínimas, temperaturas medias y temperaturas máximas para realizar la línea base de consumo de gas natural y electricidad se ha realizado mediante la estación meteorológica situada en el Aeropuerto de Sabadell ya que produce los datos más fiables y próximos a la ubicación del centro de salud. No obstante, se ha de tener en cuenta que existe una variación entre la ubicación exacta del centro de salud y la estación meteorológica.

MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO (MAE)

Una vez realizado el análisis completo de los consumos energéticos que presenta el centro de salud, el análisis del coste mensual y anual que estos suponen y la situación de referencia en la que se encuentra, se procederá al análisis de las medidas de ahorro energético.

El capital para llevar a cabo estas inversiones provendrá del ICS (Institut Catal  de la Salut), por lo tanto será capital público y se considerará un VAN y una tasa de descuento proporcional al capital disponible para inversiones de este tipo.

En la actualidad existen diferentes tasas de descuento que se clasifican según el riesgo de la inversión.

Riesgo de la inversión	Tasa de descuento
Muy bajo	7%
Bajo	10%
Riesgo medio	12%
Alto riesgo	15%

Tabla 19. Tipos de riesgo en inversión y tasas de descuento (Fuente: Academia de inversión)

Para realizar el correspondiente análisis económico de cada una de las medidas se ha optado por tomar una tasa de descuento del 7% y un VAN a 10 años vista. Las medidas que se estudiarán no supondrán inversiones iniciales excesivamente altas y al tratarse de fondos públicos existiría menos presión en cuanto a la obtención de ahorros gracias a la implantación de las medidas, por ello, se ha escogido una tasa del descuento del 7%. En cuanto al VAN de 10 años se considera que es un periodo de tiempo razonable en el que todas las medidas que se implantasen habrían sido amortizadas, como mínimo.

El precio de la electricidad tomado como referencia para hacer los cálculos energéticos es el promedio del término de energía anual que tiene el centro de salud actualmente, siendo en este caso de **0,125  /kWh**. Además, se han establecido dos posibles escenarios en referencia al precio de la electricidad en el futuro. En caso de que el proyecto no se ejecutase durante el año 2017, se presentan dos precios que se podrían aplicar para realizar el análisis económico de cada una de las medidas de ahorro energético.

Según el mercado de futuros, OMIP¹³, siendo hoy principios de Junio de 2017, se puede observar que para el 2018 se prevé un coste de la electricidad de 45,15 €/MWh y para el año 2016 el OMIE¹⁴ fijó un precio medio de 39,67 €/MWh. Actualmente, el promedio del coste anual en lo que llevamos de año es de 52,52 €/MWh pero este valor no sería válido ya tan solo se han analizado los primeros 4 meses del año para obtenerlos. No obstante, gracias al mercado de futuros del año anterior se puede utilizar un valor aproximado de 43,45 €/MWh para el año en curso. Esto supone un porcentaje de incremento del **3,91%** para el año 2018.

En referencia a este incremento se han propuesto dos escenarios para el futuro precio de la electricidad:

- Alcista: Incremento del 10% respecto al precio actual → **0,1375 €/kWh**
- Bajista: Incremento del 4% respecto al precio actual → **0,130 €/kWh**

En referencia a los precios de la mano de obra necesaria para la implantación de las medias de ahorro energético energéticos, han sido extraídos del banco de precios BEDEC-IT.

¹³ Bolsa de derivados de productos Ibéricos y no-Ibéricos - OMIP

¹⁴ Empresa regulada por el Convenio Internacional de Santiago, relativo a la constitución de un mercado ibérico de la energía eléctrica entre el Reino de España y la República de Portugal, y sujeta a la regulación sectorial eléctrica en España.

MAE_01 SUBSTITUCIÓN DE ILUMINACIÓN POR TECNOLOGIA LED

SITUACIÓN ACTUAL

Desde un punto de vista energético y medioambiental, la substitución de la iluminación forma parte habitual de las propuestas de mejora de las auditorías energéticas debido al potencial de ahorro energético y económico que se pueden obtener. El consumo energético en iluminación en el sector sanitario en España es de unos 1.000 GWh/año, lo que supone un 0,6% del consumo eléctrico nacional y una emisión de 600.00 toneladas de CO2 anuales. Por ello, es muy importante la utilización de la luminaria más eficiente posible del mercado, siempre respetando las necesidades del centro y el capital disponible para invertir.

El centro de salud de Vilanova del Camí cuenta principalmente con instalación de luminarias tipo fluorescente en diferentes zonas como son el área de entrada o las salas de espera. En las consultas y las salas de reuniones se dispone principalmente de diferentes potencias, según las necesidades de la sala en cuestión. Los modelos que se han podido encontrar son de bajo consumo, de tipo  lgeno o de alta eficiencia, pero no existe ningún tipo de tecnología LED instalada en el centro de salud.



Ilustración 15. Pantallas de fluorescentes instaladas en el centro de salud (Fuente: Visita realizada)

MEDIDA PROPUESTA

En la presente medida de ahorro energético se propone la substitución de todas las luminarias que se encuentran instaladas en el centro de salud por luminarias tipo LED. Las potencias de las nuevas luminarias se intentarán ajustar al máximo pero siempre se mantendrán los niveles mínimos de luminosidad para el confort de los usuarios del centro. Para este tipo de medidas existe la posibilidad de substituir las luminarias pero por sectores diferenciados, de tal forma que la inversión inicial es más reducida.



Ilustración 16. Downlight LED plano (Fuente: Ficha técnica BLED)

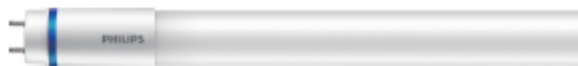


Ilustración 17. Fluorescente LED (Fuente: Phillips LED tube)

A continuación, se muestra un gráfico en el que se puede observar la diferencia de consumos que resultaría de la implantación de la presente propuesta. Dicha medida supondría un ahorro en el consumo eléctrico mensual aproximado del 34%.

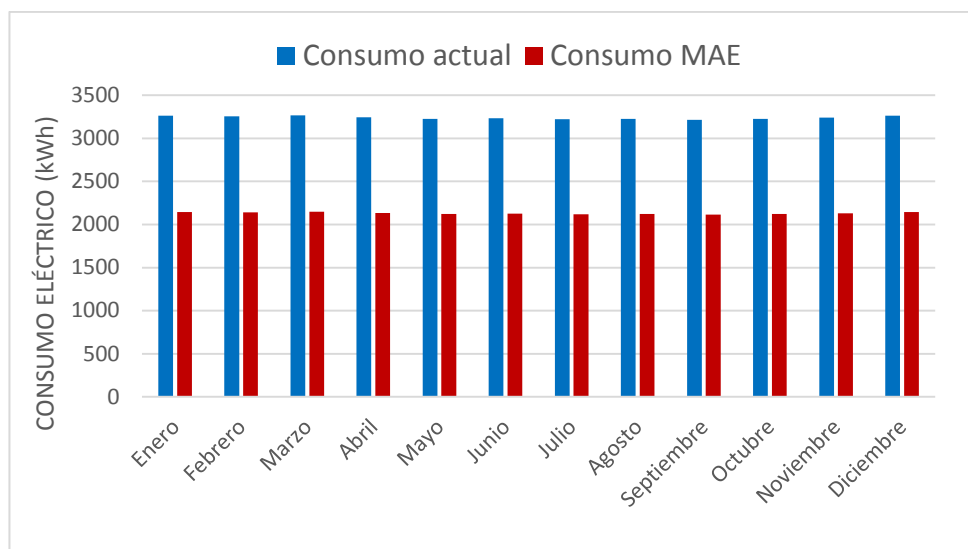


Gráfico 15. Consumo energético actual VS consumo energético con MAE_01 (Fuente: Elaboración propia)

VALORACIÓN DE LA PROPUESTA

El estudio de la medida propuesta y las fichas técnicas de los nuevos equipos se encuentran en los anexos 5 y 7, el resumen de los resultados obtenidos y su valoración económica es el siguiente.

Ahorro electricidad			Ahorro Total		Inversión	Pay-back	TIR	VAN (10 años)
kWh/año	% Total	€/año	€/año	% Total	€	años	%	€
13.304	7,30	1.560	1.560	6,68	10.925	7,79	5,29	3.620

Tabla 20. Valoración energética y económica (Fuente: Elaboración propia)

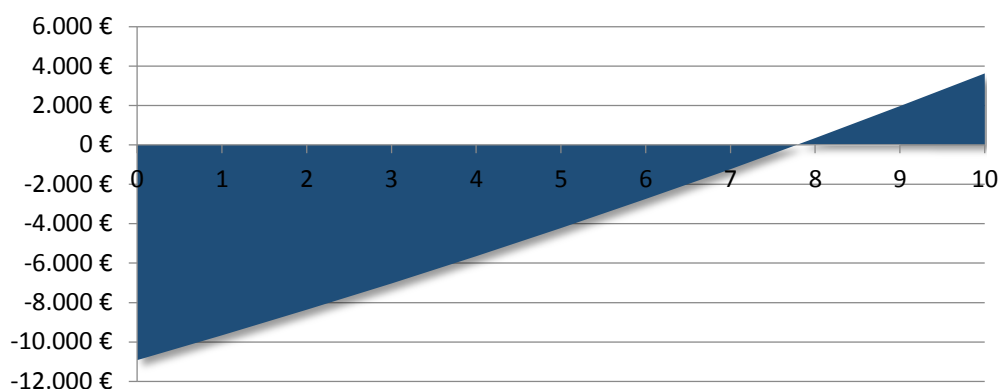


Gráfico 16. Inversión/Periodo de retorno (Fuente: Elaboración propia)

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA PROPUESTA

Como se ha comentado anteriormente, la substitución de la iluminación por tecnología LED se considera una de las medidas de ahorro energético básicas a ejecutar en cualquier tipo auditoria energética, ya que esta tecnología permite obtener resultados positivos en la mayoría de los casos.

En el caso del centro de salud de Vilanova del Camí, la inversión a realizar es de aproximadamente 10.000€, por lo que puede plantear ciertas dudas en la presentación al cliente. No obstante, este tipo de mejoras puede realizarse por sectores, dando lugar a inversiones más pequeñas. En cuanto al periodo de retorno es de aproximadamente 8 años, por lo que tampoco mejoraría la visión de la propuesta ante el cliente.

El ahorro en el consumo total anual alcanzaría un 7%, por lo que, a pesar de los aspectos negativos de la propuesta, se considera aceptable dentro del plan de medidas de ahorro energético. No obstante, su implantación se pospondrá al máximo, de tal forma que los ahorros obtenidos mediante la implantación de otras medidas ayuden a mitigar el desembolso inicial de la medida.

MAE_02 SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

SITUACIÓN ACTUAL

La gran mayoría de empresas, sólo conocen el consumo de sus instalaciones por los datos de facturación que poseen, los cuales muestran únicamente un valor, pero nunca una tendencia o patrón de consumo. En la actualidad, las empresas de servicios energéticos están adquiriendo un papel más significativo en el ámbito de la eficiencia energética, ya que permiten al cliente encontrar aquellos puntos débiles de cualquier tipo de instalación y revertir la situación. Para realizar estas labores de análisis, es necesaria la implantación de un sistema de gestión energética mediante la monitorización de la instalación.

MEDIDA PROPUESTA

Siguiendo con el objetivo de la auditoría energética y en busca de mejorar la eficiencia energética del centro de salud, se propone la monitorización de los aspectos energéticos más significativos del centro, así como proporcionar datos necesarios que puedan facilitar el mantenimiento y la gestión de los propios equipos.

Para llevar a cabo esta medida se propone la instalación de una infraestructura para la supervisión energética en el cuadro general eléctrico de distribución y en el subcuadro eléctrico de climatización, que permitirán su gestión y análisis a través del software DEXMA.

El anterior software es una herramienta que permite la gestión energética de las instalaciones monitorizadas, recopilando los datos que envían los diferentes elementos de campo instalados en el edificio. Esta información se transforma y se envía a la plataforma de gestión energética Dexcell, que permite a la empresa de servicios energéticos llevar a cabo el seguimiento energético de la instalación.

La plataforma permite la visualización de la información recibida y a través de una interfaz gráfica y de una gran cantidad de consultas de parámetros energéticos, facilita el seguimiento de la instalación.

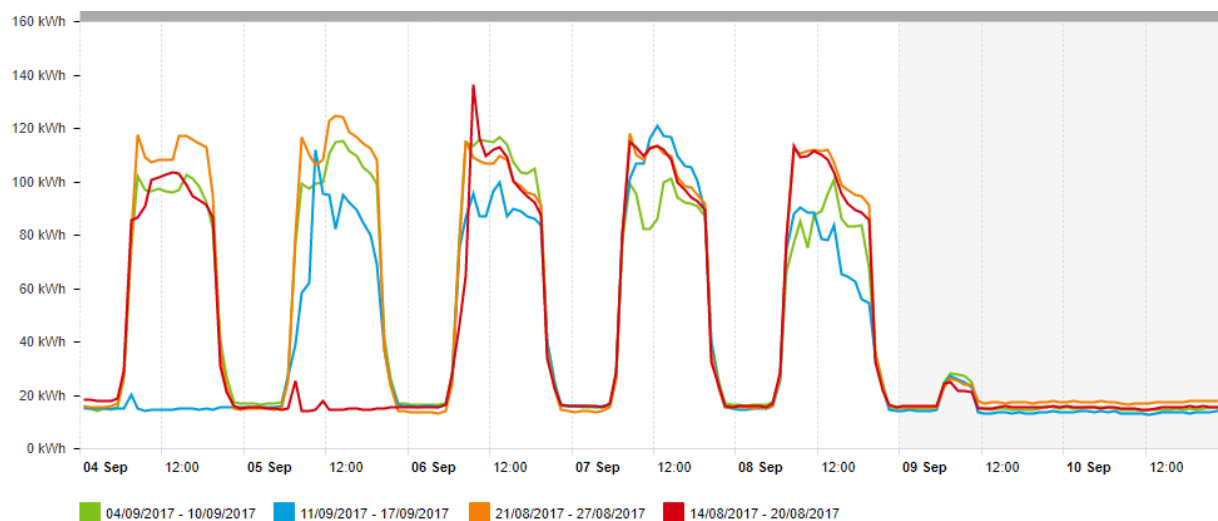


Ilustración 18. Consulta de consumos en la plataforma DEXCELL (Fuente: Plataforma Dexcell- Cuenta JustaEnergia)

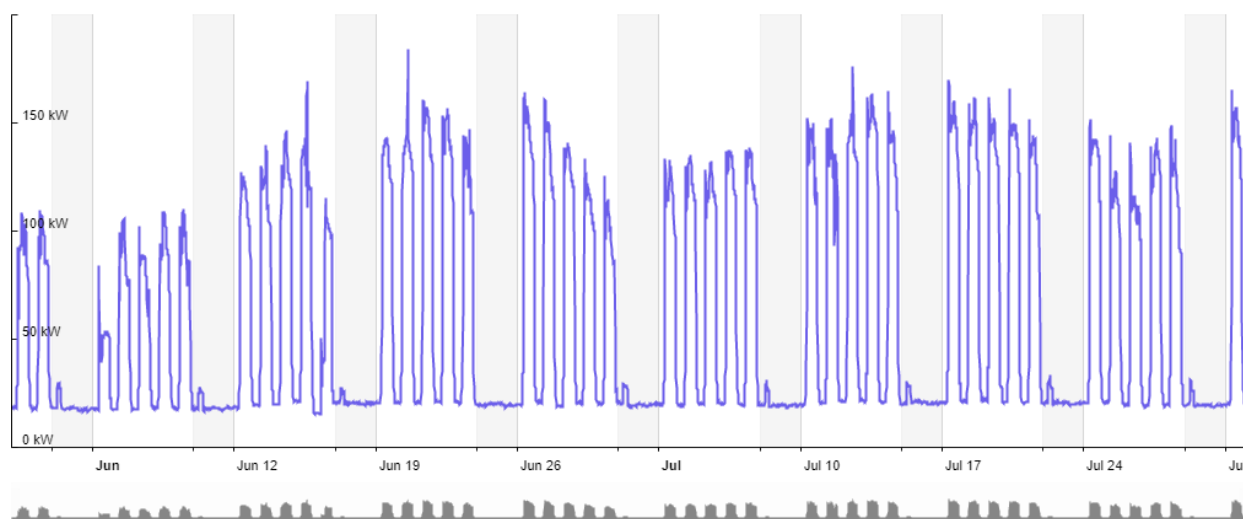


Ilustración 19. Consulta de máxímetros en la plataforma DEXCELL (Fuente: Dexcell- Cuenta JustaEnergia)

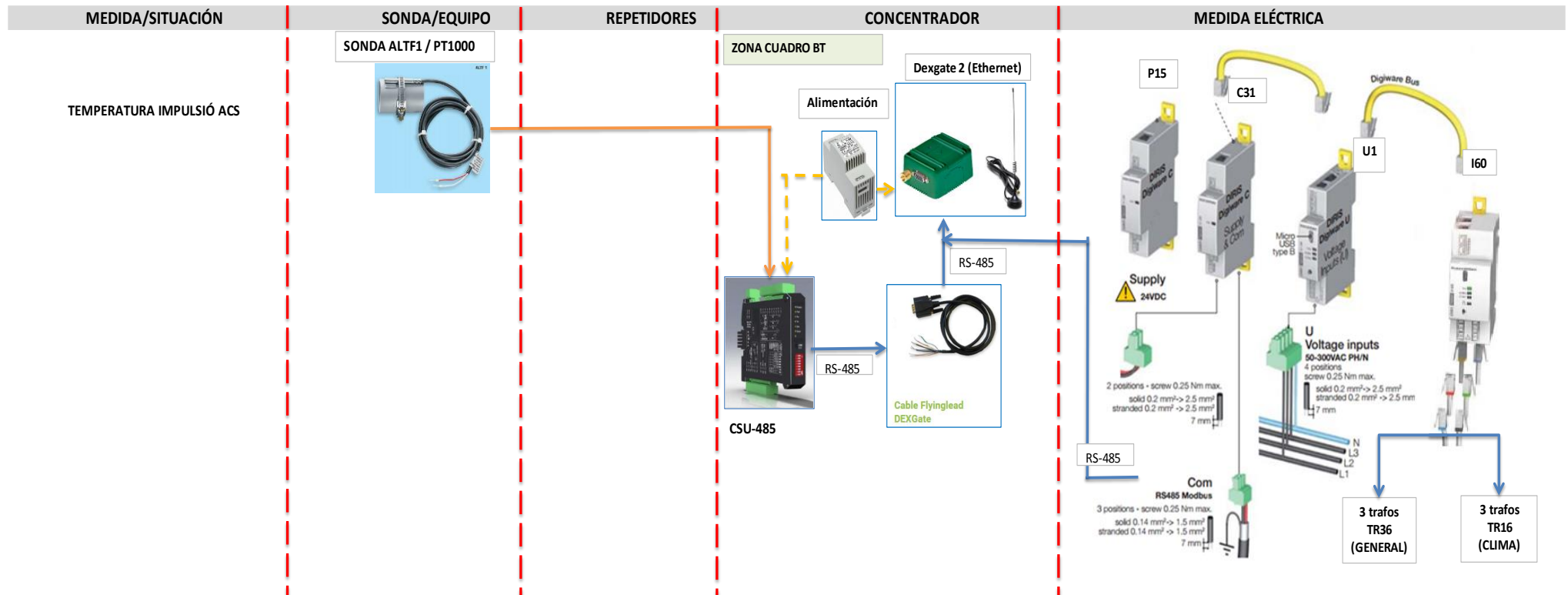
De manera resumida, se definen los diferentes componentes que conforman un sistema de gestión energética:

- **Elementos de campo:** Equipos encargados de recoger los datos que proporcionan los equipos de suministro energético o las temperaturas de la instalación. Existen multitud de equipos y a continuación se citan los más habituales: medidor de corriente, medidor de

tensión, emisor de impulsos para contadores de gas, sondas de temperaturas, convertidor de pulsos a ModBus para contador de gas, etc.

- **Comunicación:** Equipos encargados de transmitir la información captada por los elementos de campo a la plataforma de gestión energética.
- **Gestión:** Equipos encargados de la gestión energética de la instalación. Plataforma DEXMA.

A continuación se muestra un esquema de los elementos de campo a instalar en el centro de salud y la función que realizan:



- **I60:** Sensor de corriente. 3 vías de corriente para las 3 fases del contador general y 3 vías de corriente para las tres fases del subcuadro de clima.
- **U1:** Sensor de tensión. Mediciones de tensión entre fases, entre líneas, neutro y frecuencia.
- **C31:** Alimentación para los equipos I60 y U1.
- **P15:** Convertidor de tensión de 230 V a 24 V, tensión a la que se alimentan los equipos.
- **RS-485:** Cable de conexión entre el concentrador y los equipos de medición.

- **Concentrador Dexgate:** Dispositivo encargado de recibir la información recogida por los elementos de campo y encargada de enviarla a la plataforma de gestión energética. En el caso del CAP de Vilanova del Camí se envía a través de cable Ethernet.
- **CSU485:** Convertidor de señales universal. Recibe la información de la sonda de temperatura para transferirse posteriormente al concentrador Dexgate.
- **Sonda ALTF1/ PT1000:** Sonda de contacto para mediciones de temperatura en instalaciones de agua caliente sanitaria.

La sonda de temperatura no tiene la finalidad del análisis energético, sino que se suele instalar por comodidad. Mediante la lectura de los valores registrados, se facilita la actividad diaria del técnico mantenedor, que ya no tiene que comprobarla manualmente mediante termómetros y se controla mejor la temperatura para evitar la aparición de legionella. Además de la instalación de todos los equipos necesarios para monitorizar el centro de salud, también se propone la contratación de un gestor energético. Dicha figura se encargaría del análisis de los datos que se generan, del control de los consumos y de la propuesta de nuevas mejoras de ahorro energético. Este control podría realizarse mediante la elaboración de informes mensuales del estado de la instalación, de sus consumos y de las posibles incidencias que puedan surgir. Gracias a la integración de este sistema y la contratación de un gestor energético, se estima un ahorro de entre el 10-15% en el consumo eléctrico.

VALORACIÓN DE LA PROPUESTA

El estudio de la medida propuesta y las fichas técnicas de los nuevos equipos se encuentran en los anexos 5 y 7, el resumen de los resultados obtenidos y su valoración económica es el siguiente.

Ahorro electricidad			Ahorro Total		Inversión	Pay-back	TIR	VAN (10 años)
kWh/año	% Total	€/año	€/año	% Total	€	años	%	€
21.953	12	2.788	2.788	8,2	4.600	3,42	32,4	12.579

Tabla 21. Valoración energética y económica (Fuente: Elaboración propia)

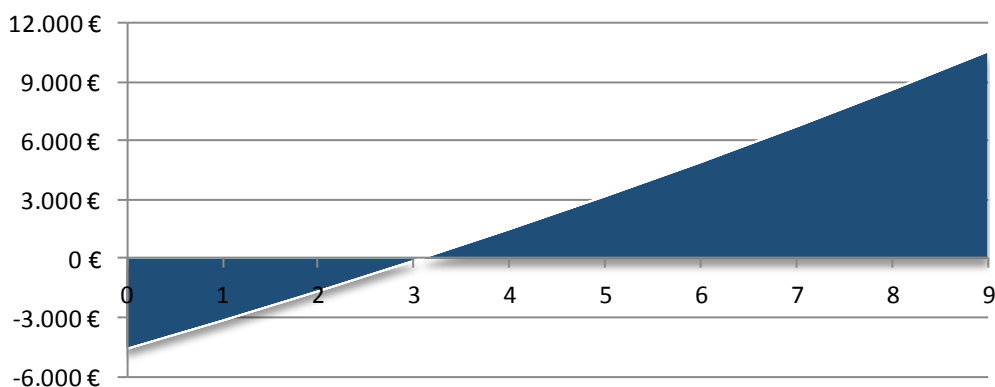


Gráfico 17. Inversión/Periodo de retorno (Fuente: Elaboración propia)

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA PROPUESTA

La implantación de un sistema de gestión energética es la medida estrella a implantar en cualquier tipo de instalación en la se quiera realizar un seguimiento energético. Mediante la monitorización de los suministros energéticos se obtiene un control total de los suministros y se facilita la detección de puntos débiles, incluso se pueden llegar a conocer consumos pasivos desconocidos hasta el momento.

También facilita el análisis de las nuevas medidas de ahorro energético demostrando los ahorros energéticos y económicos que se producirían de forma instantánea. El coste de la inversión es moderado y el periodo de retorno se considera razonable si se tiene en cuenta la utilidad e importancia de esta medida.

Se debe tener en cuenta que en el análisis económico se ha considerado la cuota de mantenimiento anual de la plataforma y la cuenta Dexcel Energy Manager, hasta 20 Datapoints. Este valor alcanza los 1350€ anuales, actualizables con el IPC.

MAE_03 SUBSTITUCIÓN DE CALDERAS

SITUACIÓN ACTUAL

El centro de salud dispone de dos calderas de condensación, una de 80 kW destinada a la calefacción y refuerzo en la producción de agua caliente sanitaria y otra de 24 kW destinada a la producción de agua caliente sanitaria y a la calefacción de los vestuarios. Tal y como se ha expuesto en anteriores partes del trabajo el centro dispone de colectores solares destinados a la producción de agua caliente sanitaria, no obstante, la instalación se encuentra totalmente parada desde hace varios meses debido a diversas averías. Debido a esta circunstancia, las calderas realizan más trabajo del esperado, por lo que, el buen estado físico y de funcionamiento de los equipos es vital para hacer un uso responsable de la energía.

En las visitas realizadas se verificó con especial delicadeza los dos equipos y se pudo constatar que su estado no era el adecuado. Las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo se habían realizado correctamente según el acta de mantenimiento, pero la caldera de mayor potencia presentaba una avería parcialmente no reparada, ya que existía una pequeña fuga de agua. No es posible determinar cómo afecta al rendimiento de las calderas, las diferentes averías que pueden llegar a experimentar los equipos o la falta de mantenimiento. No obstante, el fabricante si aporta un rango de rendimientos estimados en función de la antigüedad de los equipos y del estado de sus componentes.



Ilustración 20. Avería en la caldera Fagor 80 kW (Fuente: Visita realizada)

Si bien el rendimiento inicial de las calderas según Datasheet es del 95%, el fabricante sitúa este valor entre el 50-80% para calderas de más de 10 años de antigüedad. En el caso de las dos calderas en estudio, y siendo optimistas, se ha estimado un rendimiento actual del 70% para cada una de ellas.

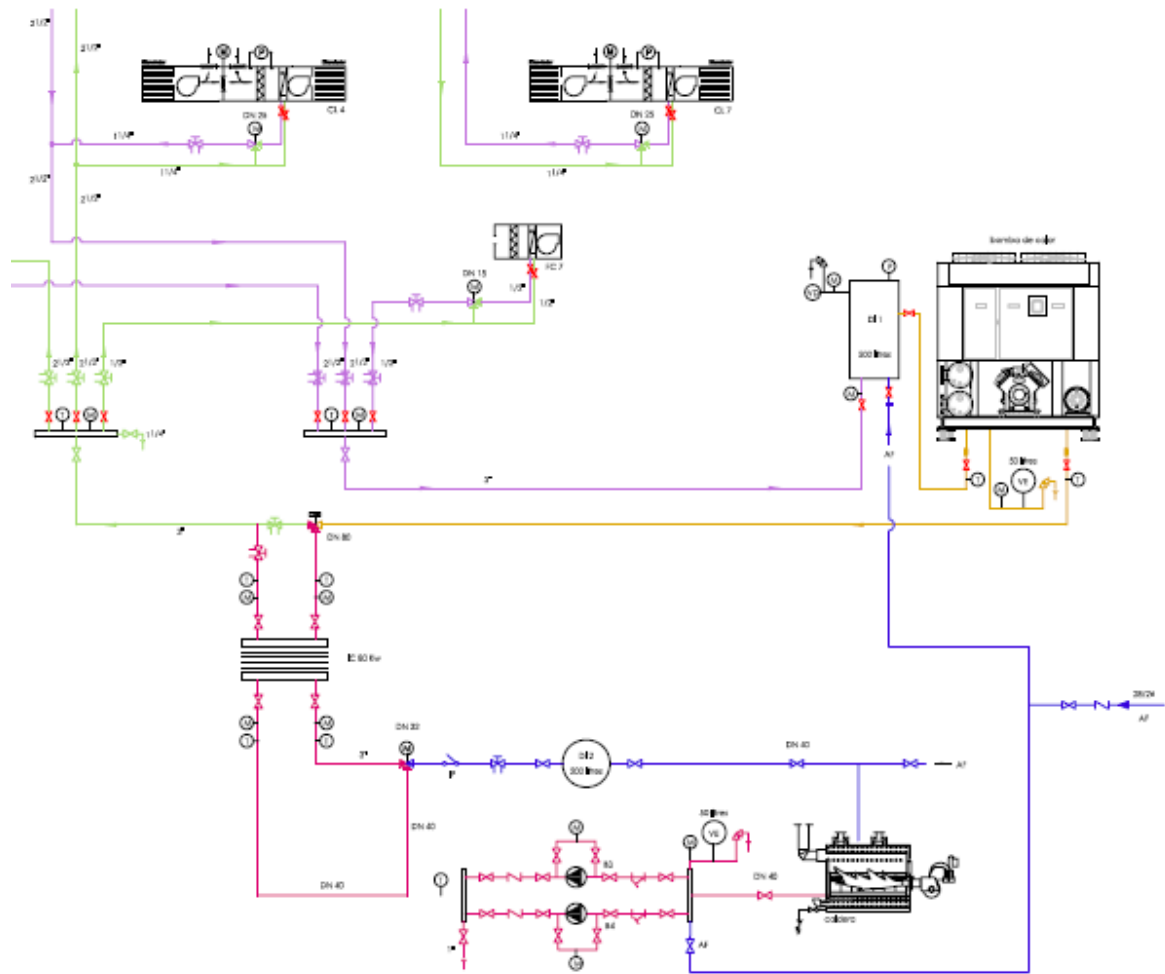


Ilustración 21. Cubo de recogida de agua de la avería (Fuente: Visita realizada)

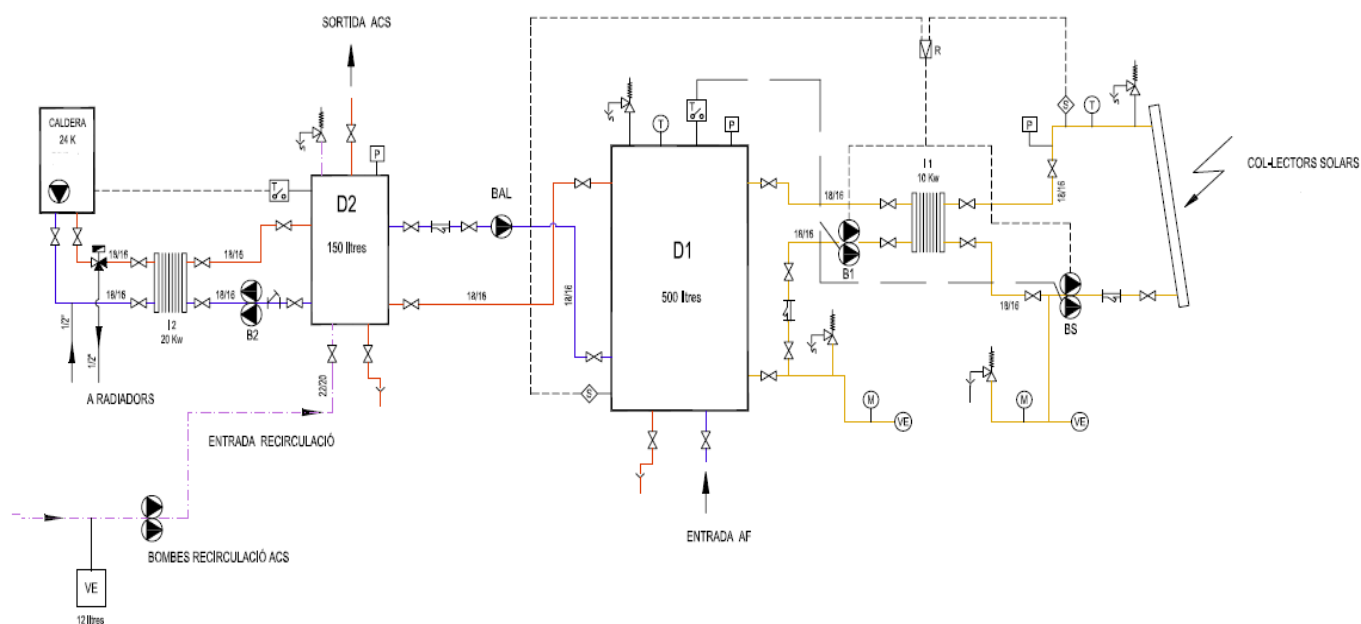
MEDIDA PROPUESTA

En la presente medida de ahorro energético se propone la sustitución de ambas calderas actuales de 80 kW y 24kW y con rendimientos del 70%, por dos nuevas calderas de condensación de la marca BAXI Modelos Power HT Plus 90F y Victoria Condens 24/24 F de 85 kW y 24 kW respectivamente, con rendimientos del 97%.

Esto supondría un incremento del rendimiento aproximado del 25% para el conjunto de la instalación de gas natural, que en los meses de invierno tiene un funcionamiento intensivo, por lo que representaría un ahorro energético considerable. Además, en etapas posteriores del proyecto, se propondrá la rehabilitación de la instalación de energía solar térmica, que permitirá reducir aún más el consumo de gas natural del centro de salud y liberar a las calderas de una parte del trabajo que realizaban anteriormente.



Ilustración 22. Esquema de funcionamiento de la instalación de climatización con caldera de 85 kW
(Fuente: *Nou CAP a Vilanova del Camí – Memoria ejecutiva, CAP-06355-OE-Obra executada*)



Il·lustració 23. Esquema de funcionament de la instal·lació solar tèrmica amb caldera de 24 kW (Fuente: *Nou CAP a Vilanova del Camí – Memoria ejecutiva, CAP-06355-OE-Obra executada.*)

VALORACIÓN DE LA PROPUESTA

El estudio de la medida propuesta y las fichas técnicas de los nuevos equipos se encuentran en los anexos 5 y 7, el resumen de los resultados obtenidos y su valoración económica es el siguiente.

Ahorro gas natural			Ahorro Total		Inversión	Pay-back	TIR	VAN (10 años)
kWh/año	% Total	€/año	€/año	% Total	€	años	%	€
64.884	-	3.172	3.172	6,68	5.636	2,51	49,44	25.262

Tabla 22. Valoración energética y económica (Fuente: Elaboración propia)

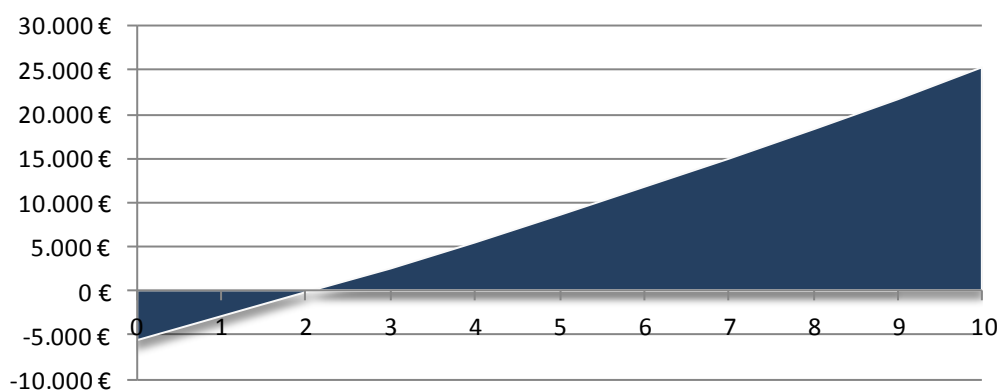


Gráfico 18. Inversión/Periodo de retorno (Fuente: Elaboración propia)

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA PROPUESTA

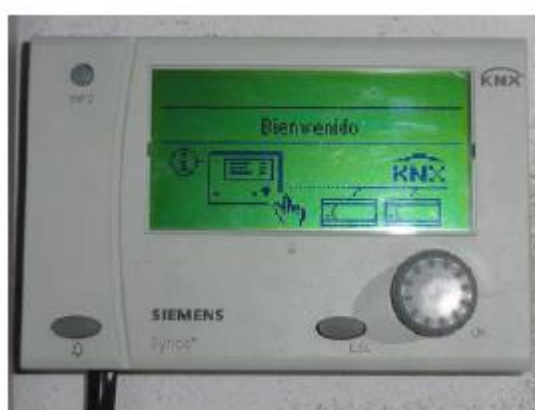
Desde las primeras fases de análisis de los consumos del centro de salud, se ha podido detectar un punto débil en el edificio y una posible vía de desarrollo de medidas de ahorro energético. Debido a diferentes circunstancias, como el no funcionamiento de la instalación solar térmica, o el estado de las calderas, el edificio presenta consumos de gas natural elevados. Con la implantación de la presente mejora, el consumo de gas natural se vería reducido aproximadamente en un 40%, lo que equivale a 65.000 kWh anuales. Dicho ahorro, situaría a la propuesta como la más atractiva para el cliente y se le daría prioridad en cuanto al orden de implantación. La inversión no es reducida, ya que alcanzaría prácticamente los 6.000€, pero gracias al ahorro que implicaría, en tan solo dos años y medio la inversión quedaría amortizada. Además, el tiempo de vida útil estimado por el fabricante para las dos nuevas calderas puede alcanzar hasta los 20 años si se realizan las tareas adecuadas de mantenimiento.

Cómo aspecto negativo, se podrían destacar los posibles cortes de agua que experimentaría el edificio en el momento de realizarse la sustitución de las calderas. No obstante, se podrían buscar periodos de vacaciones para causar las menores molestias posibles a los usuarios.

MAE_04 REPROGRAMACIÓN CENTRAL DE CONTROL SIEMENS

SITUACIÓN ACTUAL

En el centro de salud de Vilanova del Camí existe un sistema de control SCADA de las instalaciones de climatización a través de un autómata SIEMENS Synco KNX RMZ787/792. Dicho sistema dispone de una pantalla pequeña para poder actuar sobre el autómata que regula los equipos.



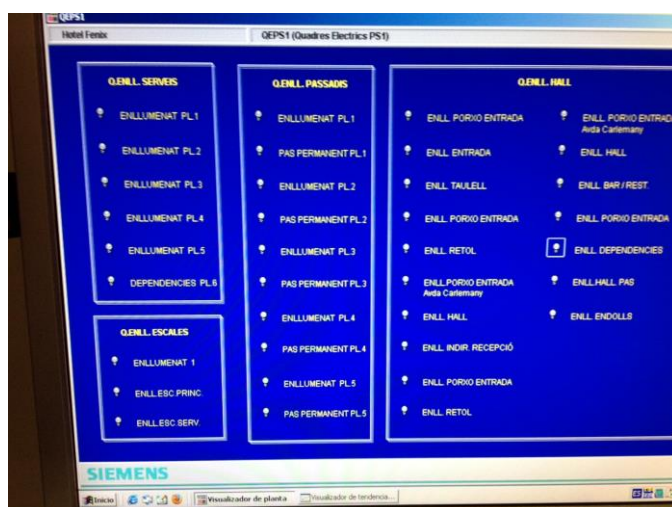
Ilustración 24. Sistema de control de la instalación de climatización (Fuente: Visita realizada)

El personal de salud del centro dispone de un cuadro de tele-ruptores instalado en la recepción que se utiliza para realizar el encendido y apagado manual de los diferentes climatizadores. No obstante, se desconoce la programación horaria de los equipos y en la pantalla indica la desconexión entre la bomba de calor y la central de control.

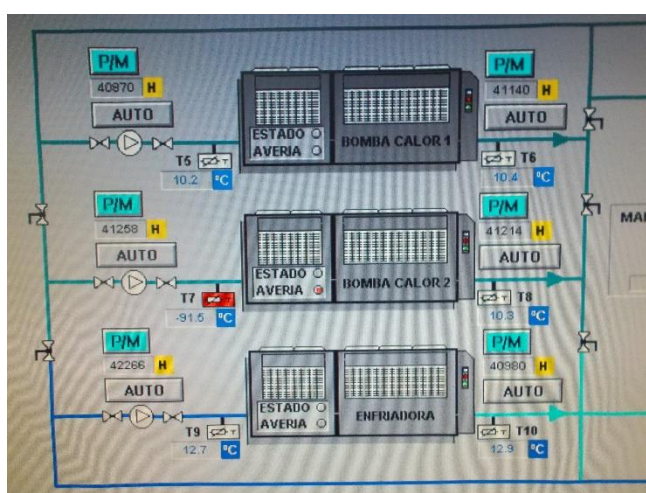
Este control manual de la instalación de climatización no es el adecuado ya que en ocasiones los climatizadores han permanecido encendidos durante la noche. Y teniendo en cuenta que es el grupo consumidor con mayor peso del edificio, es necesaria la corrección de algunos hábitos, a fin de reducir el elevado consumo que representa.

MEDIDA PROPUESTA

El objetivo de dicha propuesta es la instalación y la programación de la central de control Siemens SCADA SIMATIC IPC477E, comprendiendo los ajustes de programación, e individualizando los horarios de funcionamiento de los diferentes climatizadores. No obstante, el nuevo sistema no se implantará únicamente en la instalación de climatización, sino que se implementará en parte del alumbrado del edificio y en la bomba de calor. De tal forma que, desde un único punto de control se pueda controlar el encendido y el apagado de los equipos, la programación de los horarios de funcionamiento, la potencia a la que trabajan los equipos, etc.



Il·lustració 25. Ejemplo central de control Siemens (Fuente: JustaEnergía)



Il·lustració 26. Ejemplo central de control Siemens (Fuente: JustaEnergía)

A partir de la introducción de esta mejora se podrá controlar y supervisar de manera más efectiva los recursos y las actuaciones que proceden de los equipos consumidores de energía del centro. En este caso, no tan solo se realizará una actuación en el sistema de control Siemens, sino que también se desarrollará una formación a los empleados de mantenimiento y al personal de recepción, para que se obtenga el mayor rendimiento en cuanto al uso de estos equipos.

En esta línea, el personal de mantenimiento es una pieza clave en este sistema, ya que será el encargado de gestionar las diferentes alarmas que puedan surgir, realizando actuaciones de mantenimiento preventivo y correctivo y, por lo tanto, optimizando el uso de los principales grupos consumidores de energía en el edificio.

A partir de la experiencia de los diferentes proyectos realizados por la empresa JustaEnergia, se estima un ahorro energético de entre el 5-15%. De manera conservadora y para el presente proyecto, se estimarán unos ahorros energéticos anuales del 5% respecto a la situación actual. Mediante la implantación de la medida propuesta, se obtendrían unos ahorros energéticos anuales del 5%.

VALORACIÓN DE LA PROPUESTA

El estudio de la medida propuesta y las fichas técnicas de los nuevos equipos se encuentran en los anexos 5 y 7, el resumen de los resultados obtenidos y su valoración económica es el siguiente.

Ahorro electricidad			Ahorro Total		Inversión	Pay-back	VAN (10 años)
kWh/año	€/año	%	€/año	% Total	€	años	€
9.147	1.161	5		6,68	5.706	5,13	6.516

Tabla 23. Valoración energética y económica (Fuente: Elaboración propia)

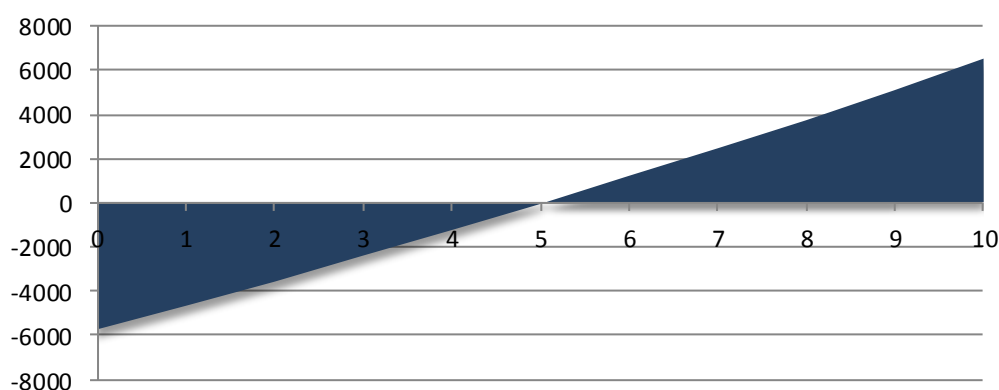


Gráfico 19. Inversión/Periodo de retorno (Fuente: Elaboración propia)

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA PROPUESTA

La reprogramación del sistema de control de climatización existente aumentará el control de las instalaciones de clima e iluminación, disminuyendo el consumo de los principales grupos consumidores de electricidad en el centro. También se optimizarán las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo, gracias a las alertas que incorpora el sistema.

La inversión inicial a realizar es elevada, aproximadamente de 6.000€, y el periodo de retorno es de los más tardíos. A pesar de los resultados obtenidos, la implantación de un sistema BMS (*Building Managment System*) es imprescindible en cualquier tipo de edificio moderno. La nueva interface de actuación facilita la comprensión del funcionamiento de los equipos y con el sistema de alarmas se pueden detectar averías inmediatamente, evitando así, males mayores.

No obstante, es importante que el personal de mantenimiento, tome conciencia de la importancia de estos equipos para una eficiente gestión, conozca el funcionamiento en su totalidad y revise su estado de forma diaria.

MAE_05 VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS EN RADIADORES

SITUACIÓN ACTUAL

El centro de salud dispone de radiadores en diferentes emplazamientos del edificio, estos se emplean para satisfacer las necesidades de confort del personal del centro y de los propios usuarios. Se encuentran ubicados en los vestuarios de personal, en las salas de espera, consulta y salas de reuniones, y se encienden y apagan de forma manual gracias a un termostato ubicado en la recepción del centro. La caldera que se encarga de su funcionamiento es la de menor potencia, que también se utiliza como apoyo en la producción de ACS.

El día que se visit  el centro de salud, se registraron varias quejas por parte del personal del centro que afirmaban el mal funcionamiento de los radiadores, ya que en algunas estancias hacia demasiado calor y en otras hacia demasiado fro.

Al revisar los radiadores, se observó que disponen de válvulas termostáticas manuales, muchas de las cuales se encuentran bloqueadas, por lo que no se puede controlar el caudal de agua que recibe el radiador cuando la caldera entra en funcionamiento.



Ilustración 27. Válvula termostática manual (Fuente: Bricolaje del agua)

MEDIDA PROPUESTA

En la siguiente medida de ahorro energético se propone la substitución de las actuales válvulas manuales, por válvulas con cabezal termostático electrónico. De esta forma, se realiza un ajuste automático de la temperatura para cada radiador de forma individual, de esta forma se utiliza la energía necesaria justa para alcanzar la temperatura de confort deseada.



Ilustración 28. Válvula termostática electrónica (Fuente: Living Connect)

Según el RITE, Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, se establece la obligación de la instalación de válvulas termostáticas en radiadores a fin de cumplir las condiciones de confort térmico y un uso racional de la energía en instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente.

La instalación de dichos dispositivos en los radiadores permite por una parte, el ajuste del consumo a las necesidades concretas del centro de salud, evitando el funcionamiento de radiadores en zonas donde ya se haya alcanzado la temperatura de confort. Y por otra parte, cuando algunos de los radiadores se encuentran ya cerrados, se facilita la circulación del agua hacia las habitaciones más desfavorecidas, equilibrando el conjunto del edificio.

Según la guía del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) el ahorro energético que resulta de la instalación de válvulas termostáticas en radiadores se estima entre el 8-13%. Para el presente proyecto y siguiendo una línea conservadora, se estima un ahorro medio del 8% en el consumo de calefacción.

VALORACIÓN DE LA PROPUESTA

El estudio de la medida propuesta y las fichas técnicas de los nuevos equipos se encuentran en los anexos 5 y 7, el resumen de los resultados obtenidos y su valoración económica es el siguiente.

Ahorro gas natural			Ahorro Total		Inversión	Pay-back	TIR	VAN (10 años)
kWh/año	% Total	€/año	€/año	% Total	€	años	%	€
8.281	5	447	447	1,20	1.701,44	4,34	21,50	2.773

Tabla 24. Valoración energética y económica (Fuente: Elaboración propia)

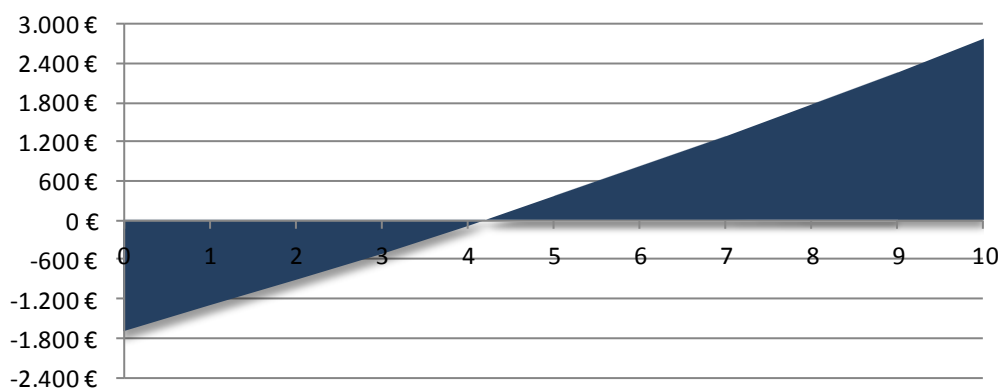


Gráfico 20. Inversión/Periodo de retorno (Fuente: Elaboración propia)

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA PROPUESTA

La introducción de válvulas termostáticas en los radiadores del centro de salud, aumentará el confort de los usuarios. Los resultados obtenidos no son tan espectaculares como los que se pueden obtener con la implantación de otras propuestas, pero a pesar de ello, no se debe menospreciar como medida de ahorro energético.

La instalación de las nuevas válvulas es sencilla y a pesar de que el Pay-Back no es de los mejores, la inversión es relativamente baja y con el fin de reducir el volumen de quejas por parte de los usuarios a causa de la temperatura interior, se intentará priorizar su implantación.

MAE_06 REHABILITACIÓN INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

SITUACIÓN ACTUAL

Como se menciona en apartados anteriores del proyecto, la producción de agua caliente sanitaria es compartida por la caldera de 24 kW y la instalación solar térmica. El centro de salud cuenta con 5 colectores solares de la marca Vitosol, que proporcionan una superficie total bruta de 12,2 m² de captación solar. Con la combinación de estas dos instalaciones se cubre la demanda diaria de ACS, o así tendría que ser según normativa¹⁵ vigente, que establece en un 50% de contribución por parte de la instalación solar para la producción de ACS, en instalaciones ubicadas en la zona climática III y con demandas de entre 50-5.000 litros diarios.

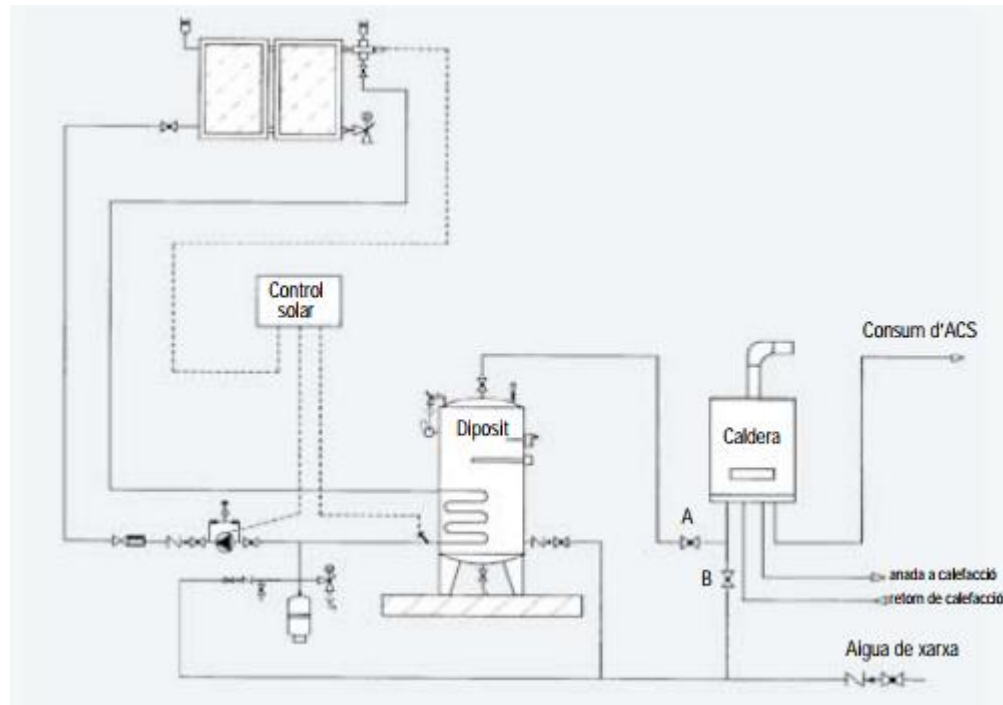
Sin embargo, el día de la visita, la instalación solar térmica se encontraba totalmente parada, debido a diversas averías que se habían ido produciendo en diferentes elementos de la instalación, y que no se habían solucionado. Faltan diversos purgadores, llaves de paso, válvulas de seguridad, aislamientos de las tuberías y pequeño material. Además, en el libro de registro de mantenimiento también se registraron las anteriores averías, pero sin indicación alguna sobre su reparación o sobre las tareas de mantenimiento correctivo o preventivo que se deberían realizar.



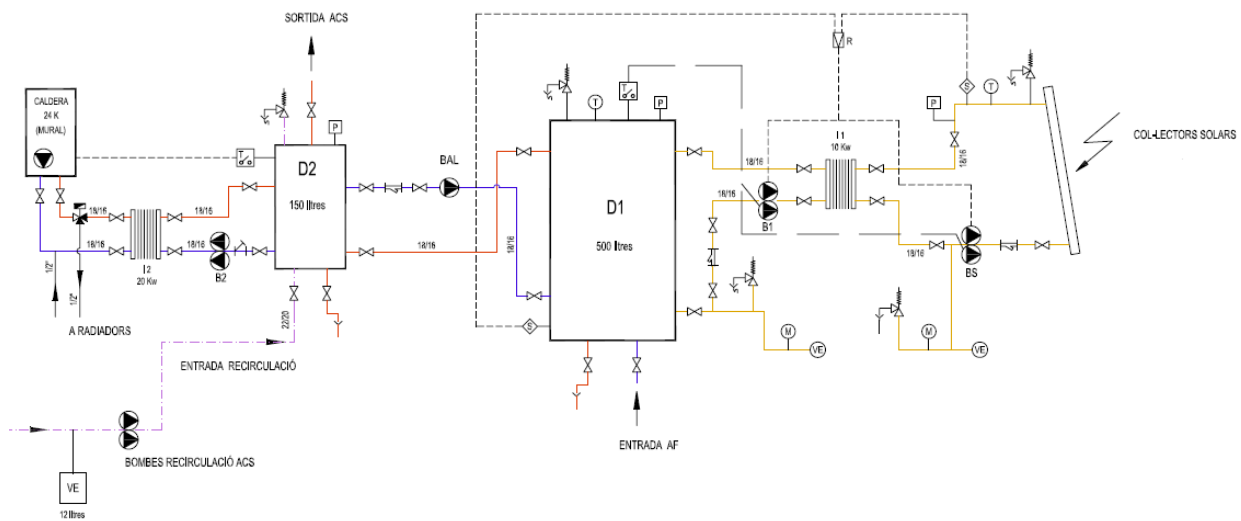
Ilustración 29. Instalación solar térmica del CAP (Fuente: Visita realizada)

¹⁵ sección HE4 Documento Básico de HE (Ahorro de Energía) – CTE (Código técnico de la edificación)

A pesar de las deficiencias anteriores, los componentes de mayor coste monetario de la instalación, como son los captadores solares, el intercambiador de calor y los equipos de bombeo se encontraban en buen estado, aparentemente.



Il·lustració 30. Esquema bàsic de funcionament de la instal·lació solar tèrmica (Fuente: Quadern pràctic per a instal·ladors – Institut Català d'Energia)



Il·lustració 31. Esquema detallado de la instalación solar térmica (Fuente: *Nou CAP a Vilanova del Camí – Memoria ejecutiva, CAP-06355-OE-Obra executada.*)

MEDIDA PROPUESTA

En la actual medida de ahorro energético se propone la rehabilitación total de la instalación solar, substituyendo los elementos deteriorados, incorporando los elementos que sean necesarios y reparando aquellos que puedan rescatarse.

De los elementos presentes en la instalación en desuso se pueden conservar varios equipos como son los 5 colectores solares y sus disipadores de calor, los diferentes equipos de bombeo, la instalación de tuberías, varias válvulas de regulación y equilibrado, el vaso de expansión o el depósito acumulador.

VALORACIÓN DE LA PROPUESTA

El estudio de la medida propuesta y las fichas técnicas de los nuevos equipos se encuentran en los anexos 5 y 7, el resumen de los resultados obtenidos y su valoración económica es el siguiente.

Ahorro gas natural			Ahorro Total		Inversión	Pay-back	TIR	VAN (10 años)
kWh/año	% Total	€/año	€/año	% Total	€	años	%	€
3.416	2,1	167,07	167,07	1	1.286	9,56	1,07	81,04

Tabla 25. Valoración energética y económica (Fuente: Elaboración propia)

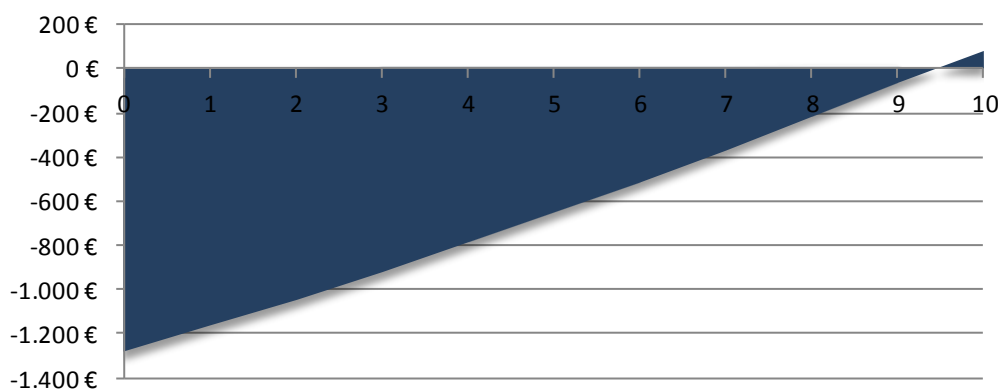


Gráfico 21. Inversión/Periodo de retorno (Fuente: Elaboración propia)

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA PROPUESTA

Tal y como se aprecia en el gráfico y en el análisis energético y económico realizado, los resultados obtenidos en ésta propuesta la convierten en la menos atractiva. Los ahorros obtenidos con la implantación de la mejora no alcanzan ni los 200€ anuales y el periodo de retorno alcanza los 9 años.

No obstante, el código técnico de la edificación establece en un 50% de contribución por parte de la instalación solar para la producción de ACS, en instalaciones ubicadas en la zona climática III y con demandas de entre 50-5.000 litros diarios. Por lo tanto, a pesar del poco atractivo que puede ofrecer

la propuesta, será la primera en el orden de prioridad con el objetivo de cumplir con la normativa vigente, y evitar posibles sanciones.

Además, hay que fomentar e incentivar el uso de las energías renovables, y la presente medida sería la única de este carácter a implantar, por lo que le otorga un valor añadido en el presente proyecto.

MAE_07 OPTIMIZACIÓN POTENCIA CONTRATADA

SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad el centro de atención primaria de Vilanova del Camí presenta las siguientes características de contratación eléctrica.

DATOS DE CONTRATACIÓN ELÉCTRICA	
Comercializadora	Gas Natural Fenosa
Cliente	Institut catal� de la salut
Modalidad de contrato	B.T. Personalizado (3 períodos 30 A)
Tarifa	3.0 A
Potencia contratada	Punta o P1: 85kW Plano o P2: 85 kW Valle o P3: 160 kW

Tabla 26. Datos de contratación eléctrica (Fuente: Factura eléctrica)

MEDIDA PROPUESTA

En la actual medida de ahorro energético se propone la optimización de la potencia contratada por el centro de salud en los diferentes periodos de facturación. Esta optimización consistirá en la reducción de la potencia contratada en los periodos existentes, pasando de 85 kW a 67 kW en los periodos P1 y P2, y de 160 kW a 90 kW para el P3.

En el momento de la construcción y edificación del edificio, se contrató una potencia inicial de 160 kW para los tres periodos. Sin embargo, en el año 2014 se produjo una primera optimización, pasando de 160 kW para los 3 periodos a 85 kW para P1 y P2.

A pesar de esta primera optimización ya realizada, según el estudio realizado con los valores máximos de potencia registrados durante el año 2016, se considera viable la implantación de dicha medida.

Por si misma, la medida no supondría ningún tipo de ahorro energético para el edificio, no obstante, si supondría un importante ahorro económico al reducirse el importe del término de potencia. Además, no supondría coste alguno ya que a pesar de proponerse como medida de ahorro energético de la propia auditoría energética, podría realizarse cuando la figura del gestor energético fuese contratada, en el tercer año del estudio.

Para obtener la potencia óptima a contratar teniendo en cuenta los máximos registrados, se ha utilizado la herramienta Solver del programa Excell. Esta herramienta permite obtener el valor máximo de cualquier parámetro, teniendo en cuenta una matriz de valores concretos. En el caso de la presente propuesta, se ha maximizado el ahorro económico en función de los máximos existentes.

Tarifa de acceso	3.0	P1	P2	P3
Potencia propuesta		67,61461276	65,7143213	31,46001294
Potencia actual		85	85	160

Tabla 27. Resultados de la optimización de los maxímetros (Fuente: Elaboración propia)

Para los periodos P1 y P2 se redondean los valores obtenidos y se fija una potencia óptima de 67 kW para ambos. Para el periodo P3, la potencia óptima de contratación sería de 32 kW, no obstante las características técnicas del transformador (200/5 A) no permiten reducir la potencia hasta ese valor.

CATALUÑA				
Tensión nominal red (V)	3 x 133 / 230 V		3 x 230 / 400 V	
Intensidad trafos	Pot. Mín.	Pot. Max. (150 %)	Pot. Mín.	Pot. Max. (150 %)
100 / 5 A.	17,955	59,850	31,050	103,500
200 / 5 A.	35,910	119,700	62,100	207,000
500 / 5 A.	89,775	299,250	155,250	517,500
1000 / 5 A.	179,550	598,500	310,500	1.035,000
2000 / 5 A.	359,100	1.197,000	621,000	2.070,000

Tabla 28. Características técnicas de transformadores normalizados Cataluña (Fuente: Empresa JustaEnergia)

Según los datos técnicos, la potencia a contratar disponible variaría desde los 62,1 kW hasta los 207 kW. En el caso del presente estudio, no se propone la máxima reducción de la potencia del periodo 3 ya que la propiedad no descarta posibles ampliaciones de sectores del centro de salud. Por ello, se propone una nueva potencia para P3 de 100 kW, de tal manera que se reduce en 60 kW, pero tampoco sin limitar la capacidad del centro de salud.

DATOS DE NUEVA CONTRATACIÓN ELÉCTRICA	
Potencia contratada	Punta o P1: 67kW
	Plano o P2: 67 kW
	Valle o P3: 100 kW

Tabla 29. Datos de nueva contratación eléctrica (Fuente: Elaboración propia)

El ahorro obtenido con la optimización de la potencia contratada alcanzaría los 1.170€ anuales.

VALORACIÓN DE LA PROPUESTA

A continuación se adjunta la valoración que resulta del estudio realizado anteriormente.

Ahorro electricidad			Ahorro Total		Inversión	Pay-back	VAN (10 años)
kWh/año	% Total	€/año	€/año	% Total	€	años	€
-	-	-	1.170€	5,1	0	0,77	13.414

Tabla 30. Valoración energética y económica (Fuente: Elaboración propia)

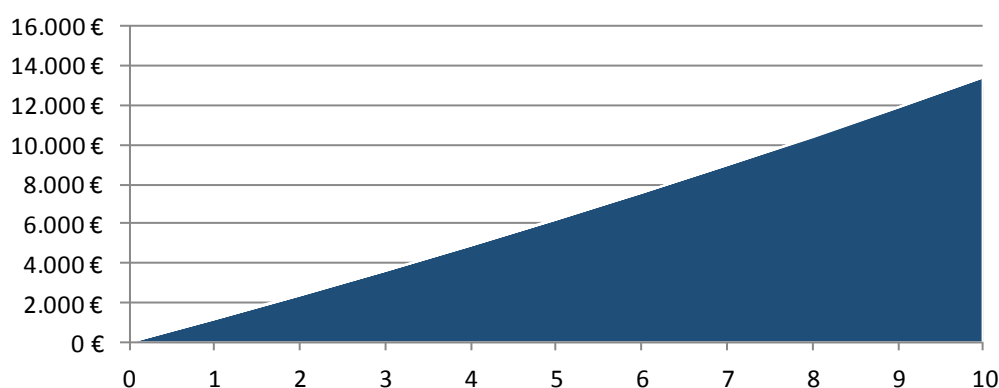


Gráfico 22. Inversión/Periodo de retorno (Fuente: Elaboración propia)

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA PROPUESTA

La última medida de ahorro energético propuesta en el centro de atención primaria de Vilanova del Camí sería la más rentable de todas, ya que no se tendría que realizar ninguna inversión inicial.

A pesar de que la medida propuesta y el estudio se realicen para la auditoria energética de forma general, su implantación, que tan solo implicaría un gasto por las labores de análisis del gestor energético, se puede derivar en el gestor energético que se pretende contratar posteriormente. No obstante, habría que esperar hasta el tercer año del inicio de las inversiones, ya que la figura del gestor energético aparece conjuntamente con la MAE_02 Sistema de gestión energética.

EMISIONES DE CO2

Para realizar el cálculo de las emisiones de efecto invernadero se sigue la metodología descrita en la guía de la Oficina Catalana del Cambio Clim tico¹⁶.

Los ratios a tener en cuenta son los siguientes:

- Electricidad convencional peninsular: $0,372 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}_{elec}$ se utiliza el mix de referencia del IDAE¹⁷.
- Gas natural: $0,252 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}_{Gasnatural}$ se utiliza el mix de referencia del IDEA.

9.1. Emisiones de co₂ de referencia

Tal y como se expone en capítulos anteriores, se define la situación energética de referencia del centro de salud de la siguiente manera:

Datos de consumo en 2016	
Electricidad (kWh)	182.944
Gas Natural (kWh)	165.626

Tabla 31. Datos de consumo 2016 (Fuente: Facturas eléctricas y de gas natural)

¹⁶ Guia pr ctica per al càlcul d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH) – Oficina Catalana del Canvi Climàtic

¹⁷ Factores de emisión de co₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España – Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

Y se calculan las emisiones de CO₂ derivadas de su actividad:

Emisiones CO ₂ 2016 (t CO ₂)	
Electricidad	68,1
Gas natural	41,74
TOTAL	109,8 t CO₂

Tabla 32. Emisiones CO₂ 2016 (Fuente: Elaboración propia)

9.2. Emisiones de co₂ evitadas

9.2.1. Medida de ahorro energético 1. Iluminación LED

El ahorro energético obtenido mediante la implantación de la propuesta es de 13.304 kWh anuales por lo que las emisiones de CO₂ evitadas ascienden a:

$$Emisiones\ evitadas\ MAE_01 = 13.304\ kWh \cdot 0,372\ kg \frac{CO_2}{kWh_{elec}} = 4,26\ t\ CO_2$$

9.2.2. Medida de ahorro energético 2. Sistema de gestión energética

El ahorro energético obtenido mediante la implantación de la propuesta es de 21.953 kWh anuales por lo que las emisiones de CO₂ evitadas ascienden a:

$$Emisiones\ evitadas\ MAE_02 = 21.953\ kWh \cdot 0,372\ kg \frac{CO_2}{kWh_{elec}} = 8,16\ t\ CO_2$$

9.2.3. Medida de ahorro energético 3. Substitución de calderas

El ahorro energético obtenido mediante la implantación de la propuesta es de 64.884 kWh anuales por lo que las emisiones de CO₂ evitadas ascienden a:

$$Emisiones\ evitadas\ MAE_03 = 64.884\ kWh \cdot 0,252\ kg \frac{CO_2}{kWh_{GN}} = 16,35\ t\ CO_2$$

9.2.4. 10.2.4 Medida de ahorro energético 4. Central de control Siemens

El ahorro energético obtenido mediante la implantación de la propuesta es de 9.147 kWh anuales por lo que las emisiones de CO₂ evitadas ascienden a:

$$\text{Emisiones evitadas MAE}_{04} = 9.147 \text{ kWh} \cdot 0,372 \text{ kg} \frac{\text{CO}_2}{\text{kWh}_{\text{elec}}} = \mathbf{3,40 \text{ t CO}_2}$$

9.2.5. 10.2.5 Medida de ahorro energético 5. Válvulas termostáticas

El ahorro energético obtenido mediante la implantación de la propuesta es de 8.281 kWh anuales por lo que las emisiones de CO₂ evitadas ascienden a:

$$\text{Emisiones evitadas MAE}_{05} = 8.281 \text{ kWh} \cdot 0,252 \text{ kg} \frac{\text{CO}_2}{\text{kWh}_{\text{GN}}} = \mathbf{2,08 \text{ t CO}_2}$$

9.2.6. Medida de ahorro energético 6. Instalación solar térmica

El ahorro energético obtenido mediante la implantación de la propuesta es de 3.416 kWh anuales por lo que las emisiones de CO₂ evitadas ascienden a:

$$\text{Emisiones evitadas MAE}_{06} = 3.416 \text{ kWh} \cdot 0,372 \text{ kg} \frac{\text{CO}_2}{\text{kWh}_{\text{elec}}} = \mathbf{1,27 \text{ t CO}_2}$$

9.3 Emisiones totales evitadas

Las emisiones totales evitadas son la suma de las emisiones evitadas por cada una de las medidas de ahorro energético:

$$\text{Emisiones totales evitadas} = 4,26 + 8,16 + 16,35 + 3,40 + 2,08 + 1,27 = \mathbf{35,52 \text{ t CO}_2}$$

Lo que se traduce en un 32,35% de emisiones evitadas respecto al total de referencia.

ANÁLISIS ECONÓMICO

PRESUPUESTO AUDITORÍA ENERGÉTICA EN CENTRO DE ATENCIÓN PRIMARIA.

PROYECTO AUDITORÍA ENERGÉTICA EN EDIFICIO PÚBLICO					
1. Capítulo AUDITORÍA ENERGÈTICA					2.415,00 €
ID	ud	Concepto	ud	pem/ud	pem
1.1	Pa	Servicio de Auditoría Energética. Incluye reuniones iniciales,de seguimiento y final, recopilación de datos, trabajo de campo e informe final.	1	2.415,00 €	2.415,00 €
2. Capítulo ALQUILER DE EQUIPOS DE MEDIDA					350,00 €
ID	ud	Concepto	ud	pem/ud	pem
2.1	Pa	Alquiler de equipo CIR3 de la marca CIRCUTOR	1	350,00 €	350,00 €
RESUMEN DEL PROYECTO					
CAP	1.	AUDITORÍA ENERGÈTICA			2.415,00 €
CAP	2.	ALQUILER DE EQUIPOS DE MEDIDA			350,00 €
	GG	GASTOS GENERALES	10%		276,50 €
	BI	BENEFICIO INDUSTRIAL	6%		165,90 €
PE	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN				3.207,40 €
IVA	IMPUESTO SOBRE EL VALOR AÑADIDO		21%		673,55 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN, IVA INCLUIDO					3.880,95 €

Tabla 33. Presupuesto de ejecución de la auditoría energética (Fuente: Elaboración propia)

MAE_01 SUBSTITUCIÓN ILUMINACIÓN A TECNOLOGIA LED.

PROYECTO ILUMINACIÓN LED					
1. Capítulo EQUIPOS LED					8.423,30 �
ID	ud	Concepto	ud	pem/ud	pem
1.1	ud	START FLAT PANEL LED 60X60 40W 3K	25	29,50 �	737,50 �
1.2	ud	PHILIPS LEDtube VLE HO 1500 25W	91	22,50 �	2.047,50 �
1.3	ud	PHILIPS LEDtube VLE HO 1500 15 W	47	18,80 �	883,60 �
1.4	ud	PHILIPS LEDtube VLE HO 600	60	17,60 �	1.056,00 �
1.5	ud	DOWNLIGHT LED II 240 RO 20W 4K	50	24,50 �	1.225,00 �
1.6	ud	DOWNLIGHT LED II 240 RO 15W 4K	30	19,20 �	576,00 �
1.7	ud	DOWNLIGHT LED II 240 RO 25W 4K	90	29,28 �	2.635,20 �
2. Capítulo MANO DE OBRA					2.502,10 �
ID	ud	Concepto	ud	pem/ud	pem
A012H000	h	Oficial 1a electricista	65,5	19,10 �	1.251,05 �
A013H000	h	Oficial 1a electricista	65,5	19,10 �	1.251,05 �
RESUMEN DEL PROYECTO					
CAP	1.	EQUIPOS LED			8.423,30 �
CAP	2.	MANO DE OBRA			2.502,10 �
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN, IVA NO INCLUIDO					10.925,40 �

Tabla 34. Presupuesto de la substitución de la iluminación por tecnología LED (Fuente: Elaboración propia)

MAE_02 IMPLANTACIÓN DE SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA.



PROYECTO SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

1. Capítulo HARDWARE I MEDICIONES ELÉCTRICAS 1.355,16 €

ID	ud	Concepto	ud	pem/ud	pem
1.1	ud	Concentrador DEXGate2 con puerto Ethernet, puerto RS485, configuración por Smartphone y acceso remoto a través de DEXCell Energy Manager. Incluye fuente de alimentación	1	516,22 €	516,22 €
1.2	ud	C-31 Interface SYSTEM - DIGIWARE	1	67,51 €	67,51 €
1.3	ud	Módulo P15 de alimentación auxiliar a 24VDC 15W para D50 y C3X	1	77,43 €	77,43 €
1.4	ud	U-10 Tensiones-DIRIS DIGIWARE	1	87,82 €	87,82 €
1.5	ud	I-60 6xI DIGIWARE	1	181,64 €	181,64 €
1.6	ud	Cable RJ45-O.50M	2	2,66 €	5,32 €
1.7	ud	TR10 - 75 A	3	40,50 €	121,50 €
1.6	ud	TR36 - 600 A	3	68,82 €	206,46 €
1.7	ud	Cable RJ12 (1x5M)	6	15,21 €	91,26 €

2. Capítulo SOFTWARE 1.445,00 €

ID	ud	Concepto	ud	pem/ud	pem
2.1	ud	Cuenta Dexcell Energy Manager, hasta 20 Datapoints	1	995,00 €	995,00 €
2.2	ud	Mantenimiento de datos de la plataforma energética	1	450,00 €	450,00 €

3. Capítulo MANO DE OBRA 1.800,00 €

ID	ud	Concepto	ud	pem/ud	pem
3.1	pa	Mano de obra instalación hardware y equipos de medida eléctricos	1	650,00 €	650,00 €
3.2	h	Gestor energético	1	600,00 €	600,00 €
3.3	h	Mano obra configuración de software	1	550,00 €	550,00 €

RESUMEN DEL PROYECTO

CAP	1.	HARDWARE I MEDICIONES ELÉCTRICAS	1.355,16 €
CAP	2.	SOFTWARE	1.445,00 €
CAP	3.	MANO DE OBRA	1.800,00 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN, IVA NO INCLUIDO			4.600,16 €

Tabla 35. Presupuesto de la implantación del sistema de gestión energética (Fuente: Elaboración propia)

MAE_03 SUBSTITUCIÓN DE CALDERAS.

PROYECTO SUBSTITUCIÓN DE CALDERAS					
1. Capítulo CALDERAS Y PEQUEÑO MATERIAL					4.764,98 €
<i>ID</i>	<i>ud</i>	<i>Concepto</i>	<i>ud</i>	<i>pem/ud</i>	<i>pem</i>
1.1	ud	Caldera POWER HT Plus 90F	1	€ 3.628,50	€ 3.628,50
1.2	ud	Caldera Baxi Victoria 24/24 F	1	€ 836,48	€ 836,48
1.3	ud	Pequeño material	1	€ 300,00	€ 300,00
2. Capítulo MANO DE OBRA					€ 871,44
<i>ID</i>	<i>ud</i>	<i>Concepto</i>	<i>ud</i>	<i>pem/ud</i>	<i>pem</i>
A012G000	h	Oficial 1a calefactor	24	€ 19,10	€ 458,40
A013G000	h	Ayudante calefactor	24	€ 17,21	€ 413,04
RESUMEN DEL PROYECTO					
CAP	1.	CALDERAS Y PEQUEÑO MATERIAL		€	4.764,98
CAP	2.	MANO DE OBRA		€	871,44
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN, IVA NO INCLUIDO					€ 5.636,42

Tabla 36. Presupuesto de la substitución de las calderas (Fuente: Elaboración propia)

MAE_04 REPROGRAMACIÓN CENTRAL DE CONTROL SIEMENS.

PROYECTO REPROGRAMACIÓN CENTRAL DE CONTROL SIEMENS					
1. Capítulo INSTALACIÓN Y MANO DE OBRA					5.706,21 €
<i>ID</i>	<i>ud</i>	<i>Concepto</i>	<i>ud</i>	<i>pem/ud</i>	<i>pem</i>
1.1	PA	Modificación de la programación de la central de control Siemens. Incluye instalación de sistema SIMATIC IPC477E, programación y suministro y montaje de elementos básicos en el sistema de gestión de instalaciones Siemens. Individualización de los horarios de funcionamiento de los climatizadores, calderas y bomba de calor. Personal especialista y soporte técnico necesario para la regulación de servicio según las pautas de uso del inmueble.	1	5.706,21 €	€ 5.706,21
RESUMEN DEL PROYECTO					
CAP	1.	INSTALACIÓN Y MANO DE OBRA		€	5.706,21
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN, IVA NO INCLUIDO					€ 5.706,21

Tabla 37. Presupuesto de la reprogramación de la central de control Siemens (Fuente: Elaboración propia)

MAE_05 VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS EN RADIADORES

PROYECTO VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS EN RADIADORES					
1. Capítulo VÁLVULAS Y PEQUEÑO MATERIAL					1.120,48 €
ID	ud	Concepto	ud	pem/ud	pem
BEV21112	ud	Termostato de ambiente para calefacción con regulación de 5 a 30 °C, de doble contacto a 230V y 10 A, precio medio, para montar superficialmente	3	€ 65,60	€ 196,80
1.2	ud	Válvula termostática electrónica Living Connect Z-Wave LC-13	12	€ 56,14	€ 673,68
1.3	ud	Pequeño material	1	€ 250,00	€ 250,00
2. Capítulo MANO DE OBRA					€ 580,96
ID	ud	Concepto	ud	pem/ud	pem
A012G000	h	Oficial 1a calefactor	16	€ 19,10	€ 305,60
A013G000	h	Ayudante calefactor	16	€ 17,21	€ 275,36
RESUMEN DEL PROYECTO					
CAP	1.	VÁLVULAS Y PEQUEÑO MATERIAL		€	1.120,48
CAP	2.	MANO DE OBRA		€	580,96
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN, IVA NO INCLUIDO					€ 1.701,44

Tabla 38. Presupuesto de la instalación de nuevas válvulas termostáticas (Fuente: Elaboración propia)

MAE_06 REHABILITACIÓN INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA.

PROYECTO REHABILITACIÓN INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA					
1. Capítulo MATERIAL PARA INSTALACIÓN SOLAR					705,73 €
ID	ud	Concepto	ud	pem/ud	pem
1.1	ud	Purgador automático de unión roscada 1/2". Fabricado en latón con flotador de resina para alta temperatura. Presión de trabajo 10 Bar. Apto para mezcla agua/glicol 50%.	3	34,04 €	102,12 €
BEU6U001	ud	Manómetro de glicerina para una presión de 0 a 10 Bar, de esfera de rosca de conexión de 1/4"	1	12,71 €	12,71 €
EEU52555	ud	Termómetro bimetalico, con vaina de 1/2" de diámetro, de esfera de 65 mm, de <=120°C, colocado roscado	1	15,77 €	15,77 €
BN911160	ud	Válvula de seguridad de apertura progresiva, de capucha cerrada estanca, con rosca, de diámetro nominal 1", de 16 bar de presión normal, cuerpo de latón CW617N, caperuza de latón CW	2	122,52 €	245,04 €
1.3	ud	Válvula de equilibrado estático hydrocontrol R DN 25. Conexión 1"	1	71,29 €	71,29 €
BF528300	ud	Tubo de cobre R250 (semiduro) de 22 mm de diámetro nominal y espesor de 1 mm, según la UNE-EN 1057	10	4,10 €	41,00 €
BFQ3247A	ud	Aislamiento térmico de espuma elastomérica para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 22mm, de 9mm de espesor, con un factor de resistencia a la difusión del vapor de agua >=5000	50	0,90 €	45,00 €
BEAZ_02	ud	Líquido para relleno de captador solar para una temperatura de trabajo de -35°C	80	2,16 €	172,80 €
2. Capítulo MANO DE OBRA					580,96 €
ID	ud	Concepto	ud	pem/ud	pem
A012G000	h	Oficial 1a calefactor	16	19,10 €	305,60 €
A013G000	h	Ayudante calefactor	16	17,21 €	275,36 €
RESUMEN DEL PROYECTO					
CAP	1.	MATERIAL PARA INSTALACIÓN SOLAR			705,73 €
CAP	2.	MANO DE OBRA			580,96 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN, IVA NO INCLUIDO					1.286,69 €

Tabla 39. Presupuesto de la rehabilitación de la instalación solar térmica (Fuente: Elaboración propia)

PLAN DE INVERSIÓN

En el presente apartado se desarrolla el plan de inversión propuesto para la implementación de las Medidas de Ahorro Energético (MAE) descritas anteriormente.

El análisis económico se ha realizado para un periodo de tiempo de 10 años, analizando la mejor inversión para cada momento y teniendo en cuenta los ahorros económicos que se obtendrían con cada mejora. De tal forma que, los ahorros generados se destinarán a financiar las propuestas futuras.

La distribución escogida para la ejecución de las propuestas tiene la finalidad de no realizar inversiones muy elevadas el primer año, y con los ahorros económicos obtenidos financiar las siguientes. No obstante, se dará más importancia a la eficiencia energética del edificio y se dará prioridad a aquellas medidas que mayor ahorro energético proporcionen.

Medida de ahorro energético	Descripción	Payback (años)	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico anual (€)	Inversión (€)
MAE_01	Iluminación LED	7,8	13.304	1.560,70	10.925,70
MAE_02	Sistema de gestión energética	3,42	21.953	2.788,07	4.600,16
MAE_03	Substitución de calderas de calderas	2,51	64.884	3.172,83	5.636,42
MAE_04	Central de control Siemens	5,13	9.147	1.161,69	5.706,21
MAE_05	Válvulas termostáticas	4,34	8.281,3	447,65	1.701,44
MAE_06	Instalación solar térmica	9,56	3.416	167,07	1.286,69
MAE_07	Optimización potencia	0,77	-	1.170	-
TOTAL					33.036,60 €

Tabla 40. Tabla resumen de las medidas de ahorro energético (Fuente: Elaboración propia)

En el primer año de inversiones (año 0), tan solo se propone una medida de ahorro energético para no realizar una gran primera inversión inicial, ya que también se tiene que desembolsar el importe de la auditoría, que alcanza los 3.880€. Se estudia la implantación de la siguiente propuesta:

- MAE_07: Rehabilitación de la instalación solar térmica

La rehabilitación de la instalación solar térmica se ha elegido como la primera medida de ahorro energético a implantar debido al obligado cumplimiento de la norma y su moderado coste inicial. La inversión total sería de 1.286€.

Al año siguiente (año 1) de la primera inversión, no se propone la implantación de ninguna medida. Cabe recordar que los fondos para la implantación de las siguientes MAEs provienen del ministerio de sanidad, institución que lleva sufriendo recortes desde el inicio de la crisis económica que azota España

La siguiente inversión a realizar se produciría en el año 2, y provendría de la sustitución de las dos calderas del centro de salud. Se ha elegido como segunda propuesta debido al elevado ahorro en el consumo de gas natural que experimentaría el centro de salud. La inversión para dicho año sería de 5.636€.

- MAE_03: Substitución de calderas

Al año siguiente (año 3), los ahorros obtenidos mediante la implantación de las medidas anteriores permitirían ser más ambiciosos e implantar 3 medidas, aunque una de ellas no implica coste alguno:

- MAE_02: Sistema de gestión energética
- MAE_06: Válvulas termostáticas
- MAE_07: Optimización de potencia

El coste conjunto de las 3 propuestas alcanzaría los 6.301€, pero teniendo en cuenta que durante el mismo año se obtendrían unos ahorros de 3.326€ la inversión a realizar se reduce considerablemente.

Siguiendo con el estudio para el año 4, se obtendrían unos ahorros de 7.589€, que se utilizarían para implantar la siguiente medida de ahorro energético:

- MAE_05: Central de control Siemens

Finalmente, en el año 5 del estudio se obtendrían unos ahorros de 8.412€, que se utilizarían para implantar la última propuesta:

- MAE_01: Iluminación LED

La elevada inversión que supondría la substitución de toda la iluminación del centro de salud, que alcanzaría los 10.925, la ha situado como la última medida a implantar. No obstante, con los ahorros obtenidos durante el quinto año, la inversión a realizar se reduce considerablemente.

Siguiendo el anterior plan de inversión, en tan solo 5 años, las 7 medidas de ahorro energético se podrían implantar tan solo realizando grandes inversiones en los primeros años, los siguientes años, mediante los ahorros obtenidos se reduciría el importe a desembolsar para implantar las medidas restantes.

Al final de la evaluación económica, realizada a 10 años, se obtendría un flujo de caja acumulado de aproximadamente 34.000 .

	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO
MAE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rehabilitación solar térmica	-1.286,69 €	167,00 €	160,32 €	153,91 €	147,75 €	141,84 €	136,17 €	130,72 €	125,49 €	120,47 €	115,65 €
Substitución de calderas			-5.636,42 €	3.172,83 €	3.045,92 €	2.924,08 €	2.807,12 €	2.694,83 €	2.587,04 €	2.483,56 €	2.384,22 €
Sistema de gestión energética				-4.600,16 €	2.778,07 €	2.666,95 €	2.560,27 €	2.457,86 €	2.359,54 €	2.265,16 €	2.174,56 €
Optimización potencia				0,00 €	1.170,00 €	1.088,10 €	1.011,93 €	941,10 €	875,22 €	813,96 €	756,98 €
Válvulas termostáticas				-1.701,44 €	447,65 €	429,74 €	412,55 €	396,05 €	380,21 €	365,00 €	350,40 €
Central de control Siemens					-5.706,21 €	1.161,69 €	1.115,22 €	1.070,61 €	1.027,79 €	986,68 €	947,21 €
Iluminación LED						-10.925,70 €	1.560,70 €	1.498,27 €	1.438,34 €	1.380,81 €	1.325,58 €
Inversión	-1.286,69 €	0,00 €	-5.636,42 €	-6.301,60 €	-5.706,21 €	-10.925 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Ahorro	0,00 €	167,00 €	160,32 €	3.326,74 €	7.589,39 €	8.412,40 €	9.603,96 €	9.189,45 €	8.793,64 €	8.415,63 €	8.054,59 €
Balance	-1.286,69 €	167,00 €	-5.476,10 €	-2.974,86 €	1.883,18 €	-2.513,30 €	9.603,96 €	9.189,45 €	8.793,64 €	8.415,63 €	8.054,59 €
Acumulado	-1.286,69 €	-1.119,69 €	-6.595,79 €	-9.570,65 €	-7.687,48 €	-10.200 €	-596,81 €	8.592,64 €	17.386,27 €	25.801,91 €	33.856,50 €

Tabla 41. Plan de inversión del CAP de Vilanova del Camí (Fuente: Elaboración propia)

A continuación se muestra una tabla resumen en la que aparecen las medidas de ahorro energético ordenadas según el orden de implantación propuesto anteriormente.

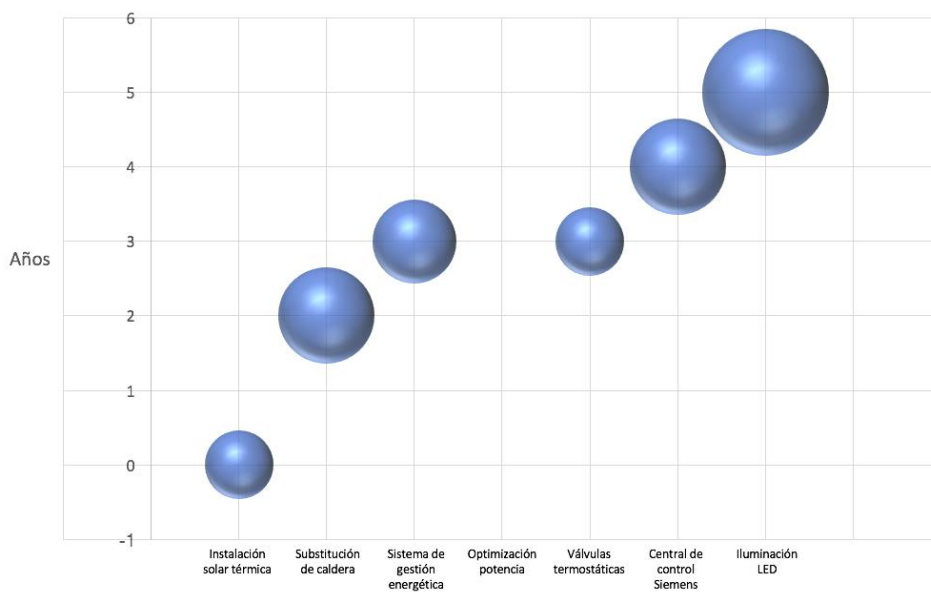


Gráfico 23. Orden de implantación de las medidas propuestas (Fuente: Elaboración propia)

Finalmente se adjunta un gráfico representativo de la evolución del flujo de caja a lo largo de los 10 años.

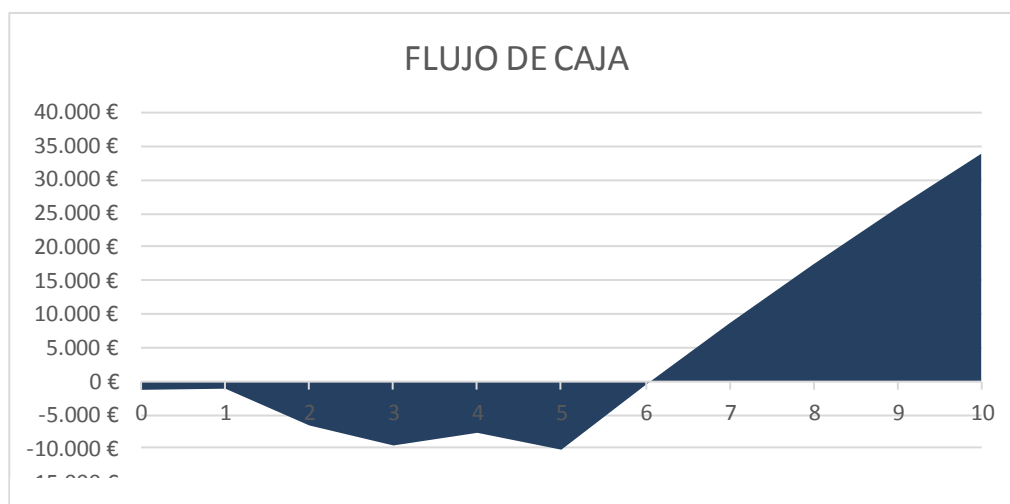


Gráfico 24. Evolución del flujo de caja durante el periodo estudiado (Fuente: Elaboración propia)

CONCLUSIONES

Como planteamiento inicial del proyecto, se proponía la realización de una auditoría energética en el centro de Salud de Vilanova del Camí, de la forma más eficaz y realista posible. De tal manera que se identificase la situación de referencia del edificio y se buscasen los puntos hacia dónde dirigir las propuestas de mejora, con el fin de obtener el máximo ahorro energético, de la forma más económica posible.

La auditoría se tiene que considerar como una herramienta de trabajo que guíe a la institución o a la empresa hacia el desarrollo de sus actividades de la forma más sostenible y eficaz posible. Sin embargo, la realidad es otra, y se utiliza como vía para cumplir con la normativa vigente en materia de auditorías energéticas, que obliga a las empresas que cumplan unos determinados requisitos, a someterse al proceso de auditoría. Es por lo tanto, la tarea de concienciación, uno de los mayores retos a los que se enfrenta el sector de la auditoría y eficiencia energética.

En cuanto a una primera fase de análisis, se determina que el área de mayor consumo energético es la climatización, alcanzando un 64% del total de consumo eléctrico. No obstante, un mayor consumo energético no implica un mayor potencial de ahorro. Es la razón por la cual en el presente proyecto no se han propuesto mejoras en este sentido, ya que las instalaciones funcionan adecuadamente.

En cuanto al estudio de los suministros energéticos del centro de salud, el mayor peso energético recae en el suministro eléctrico, con un 52% del total, mientras que el consumo de gas natural aporta el 48% restante. Es precisamente este valor, el que señala un punto crítico del edificio, ya que la proporción correspondiente al uso de gas natural es demasiado elevada para la tipología del edificio. En este sentido, si se han desarrollado diversas propuestas encaminadas a reducir este exceso de consumo. Los resultados obtenidos a partir de la teórica implantación de las propuestas correspondientes son satisfactorios ya que supondrían un ahorro de 72.577 kWh, lo que equivale a una reducción del consumo de gas natural del 43% a lo largo del periodo estudiado.

Respecto al suministro eléctrico del centro, las medidas propuestas no se han centrado exclusivamente en la reducción del consumo, sino que también se han orientado hacia la concienciación y formación de las diferentes partes implicadas en la actividad diaria del centro. No obstante, los resultados obtenidos con la teórica implantación de las medidas expuestas anteriormente, son más que aceptables. De llevarse a cabo, el centro de salud ahorraría aproximadamente unos 45.000 kWh, lo que equivale a una reducción del consumo eléctrico del 25% a lo largo del periodo estudiado.

En el ámbito de la valoración de las mejoras y después de realizar el análisis económico, hay que tener en cuenta la situación actual del sector sanitario. Desde un punto de vista realista, es difícil que se realicen inversiones en materia de eficiencia energética cuando la realidad es que no se destinan fondos ni para desarrollar con normalidad las actividades propias de un centro de salud. No obstante, si los propios ingenieros energéticos o estudiantes no confiamos en el progreso de este sector e intentamos dar importancia a la eficiencia energética, nadie lo har  por nosotros.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía.
- [2] Nou CAP a Vilanova del Camí – Proyecto ejecutivo , CAP-06355-OE-Obra executada.
- [3] Nou CAP a Vilanova del Camí – Memoria ejecutiva, CAP-06355-OE-Obra executada.
- [4] Nou CAP a Vilanova del Camí – Memoria ejecutiva, CAP-06355-OE-Obra executada.
- [5] Orden IET/2444/2014, de 19 de Diciembre, por la que se determinan los peajes de acceso de energía eléctrica.
- [6] Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- [7] Orden ITC/1723/2009, de 26 de junio, por la que se revisan los peajes de acceso a partir de 1 de julio de 2009 y las tarifas y primas de determinadas instalaciones de régimen especial.
- [8] Orden IET/2446/2013, de 27 de diciembre, por la que se establecen los peajes y cánones asociados al acceso de terceros a las instalaciones gasistas y la retribución de las actividades reguladas.
- [9] Tarik Al-Shemmeri, Energy Audits: A Workbook for Energy Management in Buildings.
- [10] EVO, Efficiency Valuation Organization, Protocolo Internacional de Medida y Verificación.
- [11] <http://www.degreeedays.net/#generate>
- [12] OMPI, The Iberian Energy Derivatives, Bolsa de derivados de productos Ibéricos y no-Ibéricos
- [13] OMIE, Empresa regulada por el Convenio Internacional de Santiago, relativo a la constitución de un mercado ibérico de la energía eléctrica entre el Reino de España y la República de Portugal, y sujeta a la regulación sectorial eléctrica en España.

- [14] Oficina Catalana del Canvi Climàtic, Guia pràctica per al càlcul d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH), versió 2017.

- [15] IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Factores de emisión de co2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España.

- [16] CTE, Código Técnico de la edificación, Sección HE4 Documento Básico de HE (Ahorro de Energía).